RETScreen® International

Centro supporto decisionale per le energie pulite

www.retscreen.net

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite

NASA

UNEP

GEF

reeep

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Il corso di formazione RETScreen International per l'analisi di progetti con energie pulite è stato creato per essere utilizzato da centri ed organizzazioni formative in tutto il mondo, ed anche da professionisti e studenti per formazione a distanza autodidattica. Ciascun modulo formativo può essere presentato come seminario e workshop separato, o come lezione universitaria. Combinati, i moduli possono essere presentati come corso intensivo di due settimane o come lungo corso semestrale. Oltre alle diapositive di presentazione, sono disponibili qui di seguito la voce e le note dell'istruttore ed il materiale formativo che comprende una raccolta di casi studio e testi d'ingegneria (www.retscreen.net).

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite

INTRODUZIONE AL MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI CON ENERGIE PULITE

- Panoramica del corso
- Stato delle technologie per energie pulite
- Software RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite
- Analisi delle emissioni di gas serra con il software RETScreen®
- Analisi finanziaria e del rischio con il software RETScreen®
- Sommario

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI CON ENERGIA EOLICA

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI FOTOVOLTAICI

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI COGENERAZIONE

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO A BIOMASSA

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE DELL'ARIA

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE DELL'ACQUA

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE PASSIVO

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI CON POMPE DI CALORE GEOTERMICHE

Disclaimer

This publication is distributed for informational purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada, nor its ministers, officers, employees and agents make any warranty in respect to this publication nor assume any liability arising out of this publication.

© Minister of Natural Resources Canada 2001-2006.

INTRODUZIONE AL MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI CON ENERGIE PULITE

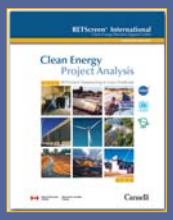
- Panoramica del corso
- Stato delle technologie per energie pulite
- Software RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite
- Analisi delle emissioni di gas serra con il software RETScreen®
- Analisi finanziaria e del rischio con il software RETScreen®
- Sommario

Introduzione all'analisi di progetti con energie pulite

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite « Clean Energy Project Analysis »

"Clean Energy Project Analysis" è un corso composto da casi studio per professionisti e studenti universitari che desiderano apprendere come meglio analizzare la fattibilità tecnico-economica di progetti con energie pulite



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

RETScreen® International

Centro di supporto decisionale per energie pulite

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Sviluppa strumenti che facilitano il lavoro di progettisti, decision makers e industrie nella valutazione di tecnologie energetiche rinnovabili nell'importante fase iniziale di progettazione
- Tali strumenti riducono significativamente i costi per la valutazione di possibili progetti
- Fornisce gli strumenti gratuitamente ad utenti in tutto il mondo tramite internet e con l'invio di CD-ROM
- Formazione e supporto tecnico fornito attraverso un network internazionale di addestratori RETScreen®
- Informazioni su prodotti e servizi del settore disponibili nel sito web

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Al completamento del corso

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Avrete una migliore conoscenza di applicazioni fattibili con l'utilizzo di energie pulite
- Sarete in grado di effettuare studi di fattibilità di elevata qualità e basso costo con il software RETScreen®

Casa dell'insegnante, Botswana

Foto: Vadim Belotserkovsky

Solarwall - Condominio

Foto: Enermodal

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Course Outline

RETScreen® International www.retscreen.net

Introduzione al « Clean Energy Project Analysis »

Analisi progetti energia eolica

Analisi piccoli progetti idroelettrici

Analisi progetti fotovoltaici

Analisi progetti di cogenerazione

Analisi progetti riscaldamento a biomassa

Analisi progetti energia solare per riscaldamento aria

Analisi progetti energia solare per riscaldamento acqua

Analisi progetti energia solare passiva

Analisi progetti con pompe di calore geotermiche

Analisi progetti di refrigerazione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Materiali del corso

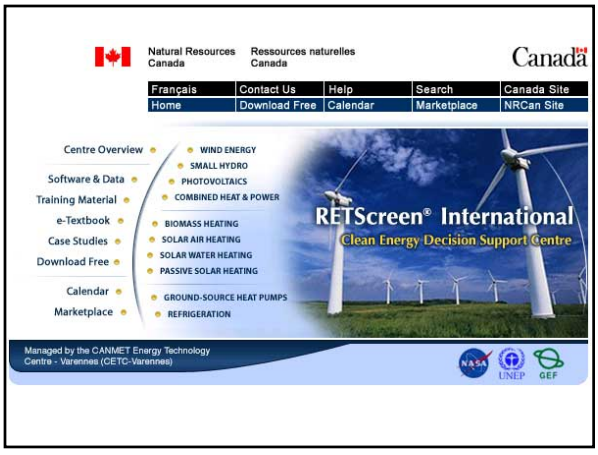
RETScreen® International www.retscreen.net

RETScreen® International Centro di supporto decisionale per le energie pulite	Analisi di progetto Software e dati	Analisi di progetto Materiale formativo	Ingegneria e-Manuale	Progetto Casi studio
	Modello	Modulo	Capitolo	Collezione
Introduzione				
Energia eolica				
Piccole centrali idroelettriche				
Energia fotovoltaica				
Cogenerazione				
Riscaldamento a biomassa				
Riscaldamento solare dell'aria				
Riscaldamento solare dell'acqua				
Riscaldamento solare passivo				
Pompe di calore geotermiche				
Refrigerazione				

Managed by the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes)

Scaricateli gratuitamente dal sito: www.retscreen.net

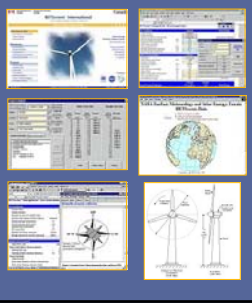
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



Dati e software

RETScreen® International www.retscreen.net

Software internazionale per analisi progetti con energie pulite RETScreen®



- Modelli per tecnologie energetiche pulite
- Data base con i prodotti di più di 1.000 fornitori
- Dati meteo mondiali
  - 1.000 stazioni meteo terrestri
  - Dati meteo e solari satellitari della NASA
- Manuale utente on-line

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Materiale di formazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Corso per analisi progetti con energie pulite
  - Diapositive di presentazione
  - Strumenti elettronici
    - Voce
    - Note parlate
  - Manuale e casi studio

Sistema solare termico – piscina comunale

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Manuale e casi studio

RETScreen® International www.retscreen.net

- Clean Energy Project Analysis: RETScreen® Ingegneria e casi studio
  - Testo elettronico professionale di livello universitario
  - Background sulle tecnologie
  - Descrizione dettagliata degli algoritmi RETScreen®
  - Più di 60 casi studio di progetti reali
  - Disponibile gratuitamente in inglese e francese

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato e calendario

RETScreen® International www.retscreen.net

- Il mercato su internet
  - Collegamento on-line tra industrie ed utenti
  - Ricerca per argomento, tecnologia e regione
  - Esempi:
    - Fornitori di prodotti, FV, Nord America
    - Fornitori di servizi, energia eolica, Europa

- Forum internet pubblici e privati
- Calendario e registrazione on-line dei corsi di formazione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descrizione del modulo introduttivo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Panoramica del corso (completata)
- Stato delle energie energetiche pulite
- Analisi di progetti con energie pulite con il software RETScreen®
- Analisi delle emissioni di gas serra con il software RETScreen®
- Analisi finanziaria e dei rischi con il software RETScreen®
- Sommario

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Stato delle tecnologie energetiche pulite

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso « Clean Energy Project Analysis »

Impianto eolico

Foto: Nordex Gmbh

Casa con sistema solare passivo

Foto: McFadden, Pam DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Aumentare la conoscenza in merito all'efficienza energetica e alle tecnologie energetiche rinnovabili
  - Mercati
  - Applicazioni tipiche

Produzione energia elettrica con residui legnosi

Foto: Warren Gretz, NREL PIX

Energia solare FV e termica

Foto: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Definizioni

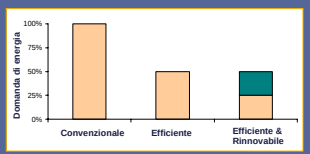
RETScreen® International www.retscreen.net

Tecnologie energetiche Pulite

- **Efficienza energetica**
  - Usare meno risorse energetiche soddisfando la stessa domanda energetica
- **Energia rinnovabile**
  - Usare risorse naturali rinnovabili per soddisfare la domanda energetica

Casa con sistema solare passivo

Foto: Jerry Shaw

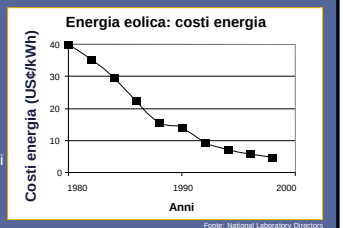


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ragioni per l'utilizzo di energie pulite

RETScreen® International www.retscreen.net

- Ambientali
  - Cambiamento climatico
  - Inquinamento locale
- Economiche
  - Minori costi gestionali
  - Diminuzione combustibili fossili
- Sociali
  - Più occupazione
  - Minore utilizzo di denaro pubblico
  - Aumento della domana energetica (x3 entro il 2050)



Fonte: National Laboratory Directors per il Ministero dell'Energia USA (1997)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Caratteristiche comuni delle tecnologie energetiche pulite

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rispetto alle tecnologie convenzionali:
  - Costo iniziale generalmente più elevato
  - Costi di gestione più bassi
  - Ecologicamente più pulite
  - Spesso più economiche rispetto alla vita dell'impianto

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Costi totali di un sistema che genera o che consuma energia

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo totale ≠ costo d'acquisto
- Costo totale = costo d'acquisto

+ *Costi annuali combustibile e O&M*
+ *Maggiori costi di revisione generale*
+ *Costi di decomissioning*
+ *Costi di finanziamento*
+ *ecc.*

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

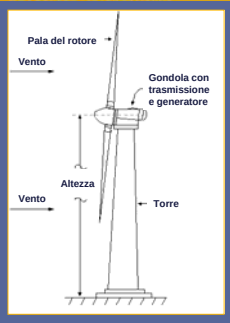
Tecnologie rinnovabili per la produzione di energia elettrica

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Tecnologie ed applicazioni eoliche

RETScreen® International www.retscreen.net



- Necessitano di vento buono
  - (>4 m/s a 10 m)
  - Aree costiere, creste, pianure
- Applicazioni:

In parallelo
Warren Gretz, NREL PIX

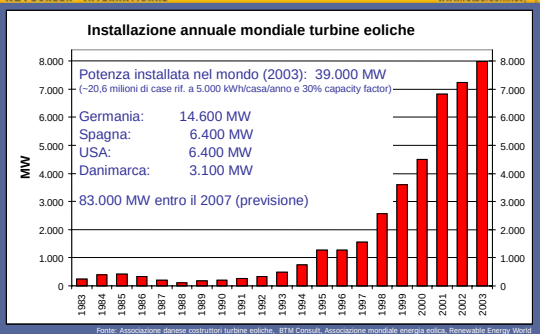
Rete isolata
Phil Owens, Nunavut Power

In isola
Southwest Windpower, NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato energia eolica

RETScreen® International www.retscreen.net

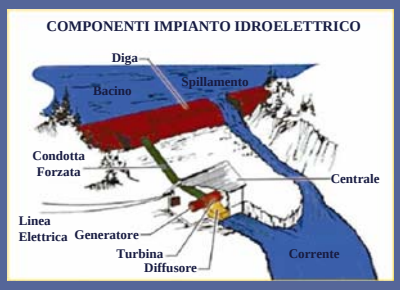


Fonte: Associazione danese costruttori turbine eoliche, BTM Consult, Associazione mondiale energia eolica, Renewable Energy World

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Piccole applicazioni e tecnologie idroelettriche

RETScreen® International www.retscreen.net



- Tipi progetto:
  - Serbatoi
  - Fiumi
- Applicazioni:
  - In parallelo
  - Rete isolata
  - In isola

Turbina Francis

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato del piccolo idroelettrico

RETScreen® International www.retscreen.net

- 19% dell'energia elettrica utilizzata nel mondo è generata da grandi e piccole centrali idroelettriche
- Mondo:
  - 20.000 MW già sviluppati (taglia impianti < 10 MW)
  - Previsioni: da 50.000 a 75.000 MW entro il 2020
- Cina:
  - 43.000 MW esistenti (taglia imp.< 25 MW)
  - 19.000 MW sviluppati
  - Ulteriori 100.000 MW econom. fattibili
- Europa:
  - 10.000 MW sviluppati
  - Ulteriori 4.500 MW econom. fattibili
- Canada:
  - 2.000 MW già sviluppati
  - Ulteriori 1.600 MW economicamente fattibili

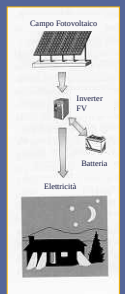
Piccolo impianto idroelettrico

Fonte: ABB, Renewable Energy World e International Small Hydro Atlas

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Applicazioni e tecnologie fotovoltaiche (FV)

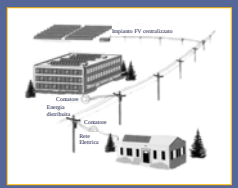
RETScreen® International www.retscreen.net



Sistema FV domestico

Foto: Tsuo, Simon DOE/NREL

Sistema di pompaggio FV



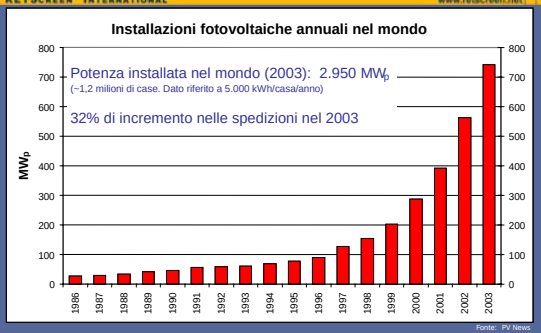
Sistema FV ad integrazione arch.

Foto: Strong, Steven DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Il mercato del fotovoltaico

RETScreen® International www.retscreen.net

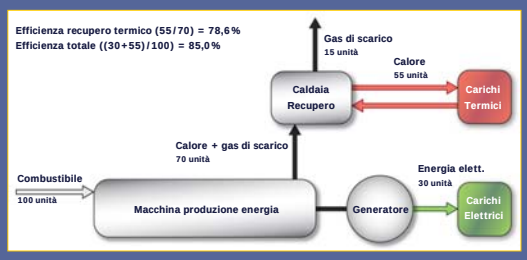


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Produzione simultanea di due o più tipi di energia da una singola fonte energetica (anche detta: "cogenerazione")



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione
Applicazioni, combustibili, tecnologie

RETScreen® International www.retscreen.net

Applicazioni molteplici

Biomassa per cogenerazione

Foto: Gretz, Warren DOE/NREL

Vari combustibili utilizzabili

Foto: Gaz Metropolitan

Varie tecnologie disponibili

Motore endotermico per produzione energia

Foto: Rolls-Royce plc

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione Applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edifici singoli
- Commercio e industria
- Edifici multipli
- Teleriscaldamento (es. comunità)
- Processi industriali

Cogen. Municipio di Kitchener

Foto: Urban Ziegler, NRCan

Cogenerazione per teleriscaldamento, Svezia

Foto: Urban Ziegler, NRCan

Microturbina in una serra

Foto: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione Combustibili

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rinnovabili
  - Residui legnosi
  - Gas da discarica
  - Biogas
  - Bioprodotti agricoli
  - Bagasse
  - Colture appositamente coltivate, ecc.
- Fossili
  - Gas naturale
  - Gasolio
  - Carbone, ecc.
- Energia geotermica
- Idrogeno

Biomassa per cogenerazione

Foto: Warren Gretz, DOE/NREL

Geyser geotermico

Foto: Joel Renner, DOE/ NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione Apparecchiature e tecnologie

RETScreen® International www.retscreen.net

- Unità frigorifere
  - Chiller a compressione
  - Chiller ad assorbimento
  - Pompe di calore, ecc.
- Unità produzione energia
  - Turbogas
  - Turbogas ciclo combinato
  - Turbina vapore
  - Motore endotermico
  - Cella a combustibile, ecc.
- Unità termiche
  - Caldaia / Forno / Riscaldatore
  - Recupero calore a perdere
  - Pompa di calore, ecc.

Turbogas

Foto: Rolls-Royce plc

Gruppo frigorifero

Foto: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cogenerazione
Il mercato

RETScreen® International www.retscreen.net

Regione	Potenza	Commenti
Canada	12 GW	Principalmente cartiere e industrie petrolifere
USA	67 GW	Rapida crescita, grazie al supporto politico
Cina	32 GW	Cogeneraz. maggiormente alimentata a carbone
Russia	65 GW	30% dell'elettricità prodotta con cogenerazione
Germania	11 GW	In aumento la cogenerazione municipale
G.B.	4,9 GW	Forti incentivi per le rinnovabili
Brasile	2,8 GW	Energia distribuita associata ad installaz. isolate
India	4,1 GW	Magg. alimentazione a bagasse per zuccherifici
Sud Africa	0,5 GW	Cogen. per sostituzione impianti a carbone
Mondo	**247 GW**	**Crescita prevista: 10 GW / anno**

Fonte: World Survey of Decentralized Energy 2004, WADE

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Energia rinnovabile
Tecnologie per riscaldamento e reffreddamento

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Riscaldamento a biomassa
Tecnologie ed applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

Cippato legnoso

Foto: Wiseloger, Art DOE/NREL

Impianto di riscaldamento

- Combustione controllata di legno, scarti agricoli, RSU ecc. per generare calore

Edifici singoli e/o teleriscaldamento

Foto: Oujé-Bougoumou Cree Nation

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato del riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mondo:
  - La combustione di biomassa costituisce l'11% dell'energia primaria totale (EPT) del mondo
  - Oltre 20 GW_t di impianti di riscaldamento controllati
- Paesi in via di sviluppo:
  - Per cucinare e riscaldare
  - Non sempre sostenibile
  - Africa: 50% dell'EPT
  - India: 39% dell'EPT
  - Cina: 19% dell'EPT
- Paesi industrializzati:
  - Riscaldamento, energia elettrica, forni a legna
  - Finlandia: 19% dell'ETP
  - Svezia: 16% dell'ETP
  - Austria: 9% dell'ETP
  - Danimarca: 8% dell'ETP
  - Canada: 4% dell'ETP
  - USA: 68% di tutte le rinnovabili

Camera di combustione

Foto: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST

Fonte: Ingwald Obernberger con dati dalla Camera di Commercio Agricoltura e Foreste, Austria meridionale

Fonte: Statistiche IEA – Renewables Information 2003, Renewable Energy World 03/2003

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Riscaldamento solare dell'aria Tecnologie ed applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Collettori senza vetro per preriscaldamento aria
- L'aria calda viene riscaldata attraversando piccoli fori nella piastra metallica assorbente (Solarwall™)
- Un ventilatore fa circolare l'aria riscaldata dentro l'edificio

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato riscaldamento solare dell'aria

RETScreen® International www.retscreen.net

- Preriscaldamento dell'aria di ventilazione per edifici con grandi necessità d'aria esterna
- Impianti d'essiccazione
- Costo competitivo per nuovi edifici e grandi ristrutturazioni

Edificio industriale

Foto: Conserval Engineering

Impianto solare per essiccazione

Foto: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Riscaldamento solare di acqua
Tecnologie ed applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Collettori vetrati e non vetrati
- Accumulo acqua (serbatoi e piscine)

Edifici commerciali/pubblici e piscine

Acquacoltura – Allevamento di salmoni

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Riscaldamento solare di acqua
Il mercato

RETScreen® International www.retscreen.net

- Più di 30 milioni di m^2 di collettori installati nel mondo
- Europa:
  - 10 milioni di m^2 di collettori in funzione
  - Crescita annua del 12%
  - Germania, Grecia ed Austria i mercati più attivi
  - Obiettivo: 100 milioni di m^2 entro il 2010
- Forte mercato mondiale per il riscaldamento di piscine
- Nelle Barbados più di 35.000 sistemi

Edifici residenziali e piscine

Edifici residenziali

Fonte: Renewable Energy World, Oak Ridge National Laboratory

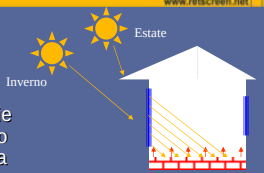
Foto: Chromagen

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Riscaldamento solare passivo
Tecnologie ed applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Genera dal 20 al 50% del riscaldamento ambiente richiesto durante l'inverno
- Alto rendimento solare grazie alle finestre ad orientamento equatoriale ad alta efficienza
- Accumulo del calore all'interno della struttura dell'edificio
- Utilizzo dell'ombreggiamento per ridurre i carichi termici estivi



Riscald. solare passivo in un condominio

Foto: Fraunhofer ISE (dal sito web Siemens Research and Innovation)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato del riscaldamento solare passivo

RETScreen® International www.retscreen.net

- La tecnologia solare passiva è l'uso efficiente delle finestre – pratica standard ai giorni nostri
- Per le nuove costruzioni aumento dell'investimento quasi nullo
  - Finestre ad alta efficienza
  - Orientamento degli edifici
  - Ombreggiamento appropriato
- Costo competitivo per i nuovi edifici e le ristrutturazioni

Edificio commerciale

Foto: DOE/NREL Gretz, Warren

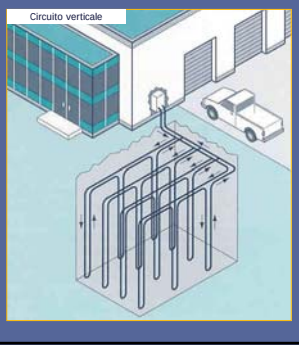
Edificio residenziale

Foto: DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Pompe di calore geotermiche Tecnologie ed applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net


Circuito verticale

- Riscaldamento e raffreddamento acqua ed ambienti
- Ciclo a compressione alimentato elettricamente
- Calore preso dalla terra in inverno e dissipato sotto terra in estate

Circuito orizzontale

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Mercato delle pompe di calore geotermiche

RETScreen® International www.retscreen.net

Pompa di calore residenziale

- Canada:
  - Più di 30.000 unità residenziali
  - Più di 3.000 unità commerciali ed industriali
  - 435 MW_t installati
- Mondo:
  - 800.000 unità installate
  - Potenza totale 9.500 MW_t
  - Crescita annuale del 10%
- USA: 50.000 installazioni ogni anno
- Svezia, Germania e Svizzera i maggiori mercati europei

Edifici commerciali, pubblici ed industriali

Foto: Geothermal Heat Pump Consortium (GHPC) DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Altre tecnologie commerciali pulite

RETScreen® International www.retscreen.net

- Combustibili: etanolo e biodiesel
- Sistemi di refrigerazione efficienti
- Motori a velocità variabile
- Utilizzo luce solare e sistemi efficienti di illuminazione
- Recupero calore ventilazione
- Altre

Combustibile da scarti agricoli

Foto: David and Associates DOE/NREL

Refrigerazione efficiente per pista di pattinaggio

Luce solare ed illuminazione efficiente

Foto: Robb Williamson/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

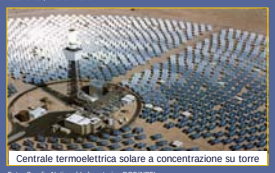
Tecnologie pulite emergenti

RETScreen® International www.retscreen.net

- Energia termoelettrica solare
- Energia termoelettrica oceanica
- Energia da correnti marine
- Energia da correnti oceaniche
- Energia dalle onde marine
- ecc.

Centrale termoelettrica solare con concentratori

Foto: Gretz, Warren DOE/NREL



Centrale termoelettrica solare a concentrazione su torre

Foto: Sandia National Laboratories DOE/NREL

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Esistono opportunità economicamente praticabili
- Molti i casi di successo
- Mercati crescenti
- Le risorse rinnovabili e le opportunità per una maggiore efficienza energetica sono disponibili e vanno sfruttate

Parks Canada Sistema ibrido eolico e FV (Arctico a 81°N)

Foto: Michael Ross Renewable Energy Research

Installaz. turbina eolica 600 kW

Foto: Nordex Gmbh

Telefono FV

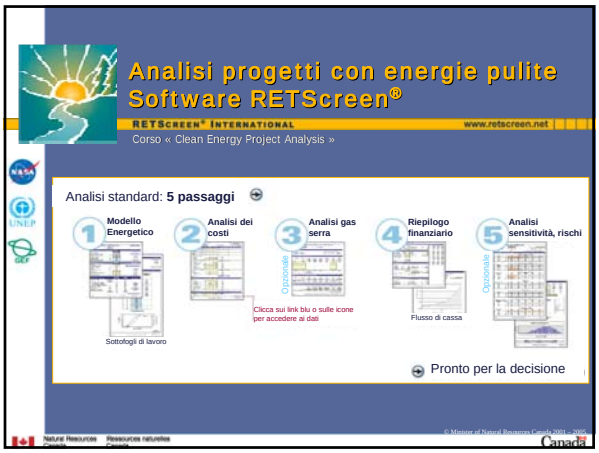
Foto: Price, Chuck

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Analisi progetti con energie pulite
Software RETScreen®
RETScreen® International
www.retscreen.net
Corso « Clean Energy Project Analysis »
Analisi standard: 5 passaggi
1 Modello Energetico
2 Analisi dei costi
3 Analisi gas serra
4 Riepilogo finanziario
5 Analisi sensitività, rischi
Opzionale
Opzionale
Clicca sui link blu o sulle icone per accedere ai dati
Sottofogli di lavoro
Flusso di cassa
Pronto per la decisione
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

Obiettivi
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Illustrare il ruolo degli studi di prefattibilità
• Dimostrare come funziona il software RETScreen®
• Mostrare come il software RETScreen® aiuta nell'identificazione e nella valutazione di potenziali progetti
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Progetto energetico
Processo di implementazione
RETScreen® International
www.retscreen.net
Analisi di prefattibilità
Analisi di fattibilità
Sviluppo & ingegneria
Costruzione e collaudo
Barriere significative
Progetti con energie pulite normalmente non considerati in una prima fase
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

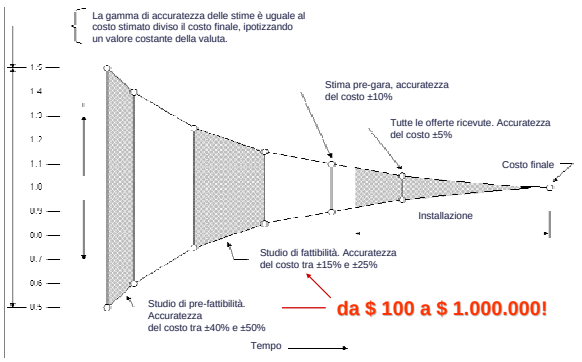
Domande

RETScreen® International www.retscreen.net

- Qual'è il livello di accuratezza che si deve avere per una stima dei costi del progetto?
- Quanto costano generalmente questi studi?

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Il dilemma: accuratezza contro costo d'investimento


La gamma di accuratezza delle stime è uguale al costo stimato diviso il costo finale, ipotizzando un valore costante della valuta.
Stima pre-gara, accuratezza del costo ±10%
Tutte le offerte ricevute. Accuratezza del costo ±5%
Costo finale
Installazione
Studio di fattibilità. Accuratezza del costo tra ±15% e ±25%
Studio di pre-fattibilità. Accuratezza del costo tra ±40% e ±50%
da $ 100 a $ 1.000.000!
Tempo

Quando le tecnologie energetiche pulite devono essere valutate?

RETScreen® International www.retscreen.net

Analisi di prefattibilità

Analisi di fattibilità

Studi di fattibilità preliminari

- Necessità di un sistema energetico
- Nuova costruzione o ristrutturazione programmata
- Alti costi energia convenzionale
- Interesse dei principali investitori
- Autorizzazioni possibili
- Disponibilità di incentivi e finanziamenti
- Buona disponibilità locale di energie pulite

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Fattibilità del progetto (esempio eolico) Dipende da diversi fattori

RETScreen® International www.retscreen.net

- **Risorsa energetica disponibile nel sito**
  (es. velocità del vento)
- **Rendimento della tecnologia**
  (es. curva di potenza turbina eolica)
- **Costi iniziali del progetto**
  (es. Turbine eoliche, torri, ingegneria)
- **Costi evitati del "caso base"**
  (es. gruppi elettrogeni diesel per siti isolati)
- **Costi gestionali del progetto**
  (es. pulizia delle pale eoliche)

Turbina e torre eolica

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Fattibilità del progetto (esempio eolico) Dipende da diversi fattori - cont.

RETScreen® International www.retscreen.net

- **Costi energetici evitati**
  (es. prezzo all'ingrosso dell'energia)
- **Finanziamento**
  (es. tasso del debito, lunghezza e tasso d'interesse)

Energia eolica

Foto: Middelgrunden Wind Turbine Co-operative

- **Tasse sulle tecnologie e guadagni (o risparmi)**
- **Caratteristiche ambientali della fonte sostituita**
  (es. carbone, gas naturale, petrolio, grandi centr. idroelettriche, nucleare)
- **Crediti ambientali o incentivi**
  (es. certificati verdi, diminuzione gas serra, finanziamenti a fondo perduto)
- **Parametri di convenienza economica di chi decide**
  (es. periodo d'ammortamento, TIR, VAN, costi produzione energetica)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Perché utilizzare RETScreen®?

RETScreen® International www.retscreen.net

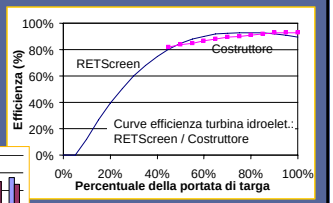
- Semplifica le valutazioni preliminari
  - Richiede pochi input da parte dell'utilizzatore
  - Calcola automaticamente gli indicatori di fattibilità tecnico-economica
- Costa 1/10 degli altri metodi di valutazione
- Procedure standardizzate consentono la comparazione degli obiettivi
- Aumenta il potenziale d'utilizzo di energie pulite

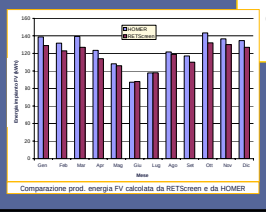
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Esempi di convalida RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Tutti i modelli sono stati convalidati comparando i dati dei costruttori con quelli monitorati...





Comparazione prod. energia FV calcolata da RETScreen e da HOMER

- ... e/o comparandoli con strumenti di simulazione oraria.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Dimostrazione software RETScreen® (Esempio progetto energia eolica)

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Analisi standard: **5 passaggi**

1. Modello Energetico
2. Analisi dei costi
3. Analisi gas Serra (Opzionale)
4. Riepilogo Finanziario
5. Analisi sensitività, rischi (Opzionale)

Sottofogli di lavoro

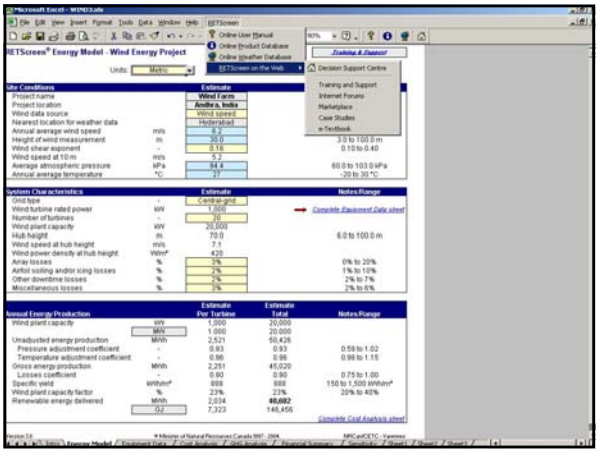
Clicca sui link blu o sulle icone per accedere ai dati

Flusso di cassa

Pronto per la decisione

Caratteristiche integrate

- Dati Meteo
- Dati Prodotto
- Manuale online
- •Formazione
- •Testo ingegneria
- •Casi studio
- •Mercato online
- •Forum internet



Codificazione colorata delle celle

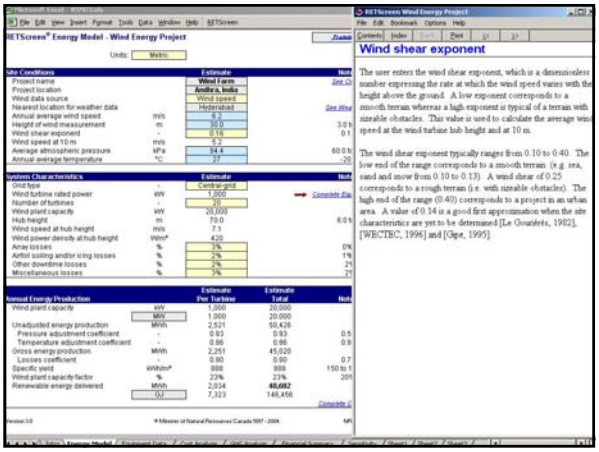
RETScreen® International — www.retscreen.net

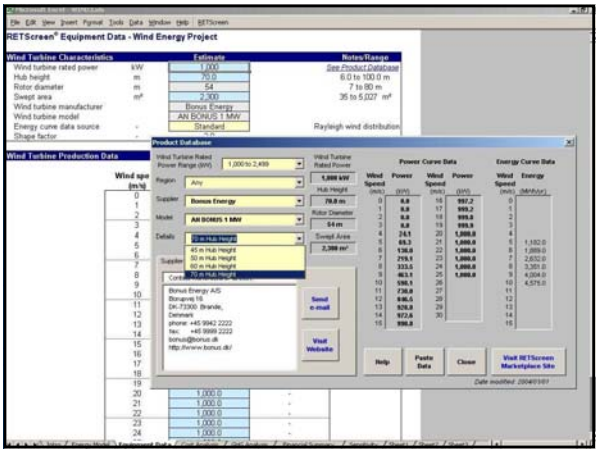
Celle di input e output

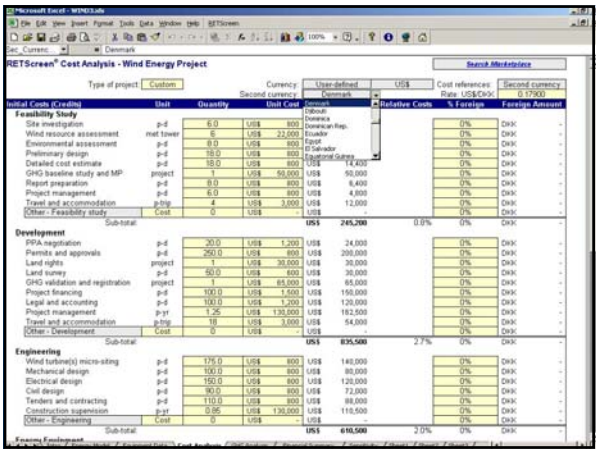
Bianco	Output modello – calcolato dal modello
Giallo	Input utente – Richiesto per il calcolo
Blu	Input utente – Richiesto per il calcolo con possibilità di accesso al data-base
Grigio	Input utente – Solo per riferimento. Non necessario per il calcolo

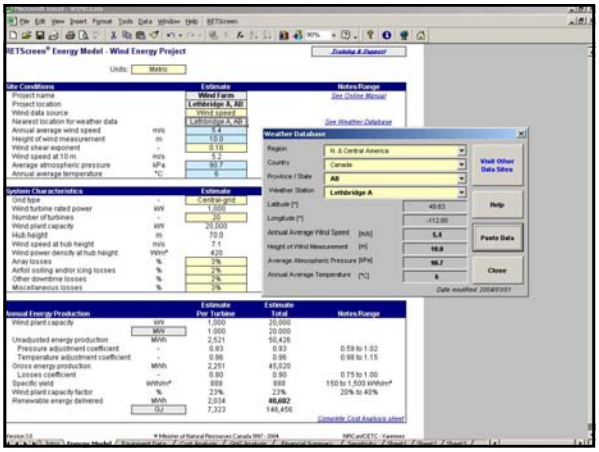
Site Conditions		Estimate	Notes/Range
Project name		Wind Farm	See Online Manual
Project location		Andhra, India	
Wind data source		Wind speed	
Nearest location for weather data		Hyderabad	See Weather Database
Annual average wind speed	m/s	6.2	
Height of wind measurement	m	30.0	3.0 to 100.0 m
Wind shear exponent	-	0.16	0.10 to 0.40
Wind speed at 10 m	m/s	5.2	
Average atmospheric pressure	kPa	94.4	60.0 to 103.0 kPa
Annual average temperature	°C	27	-20 to 30 °C

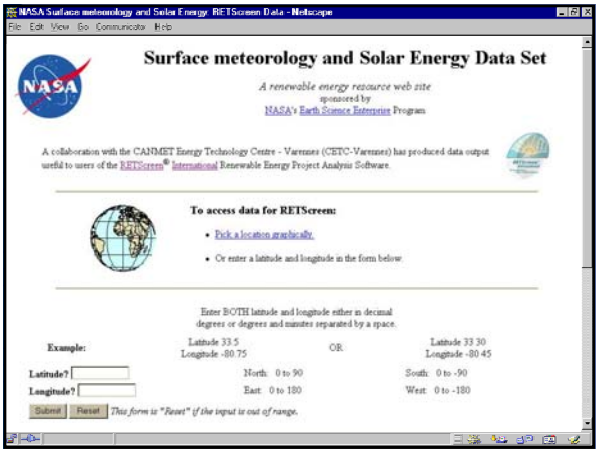
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

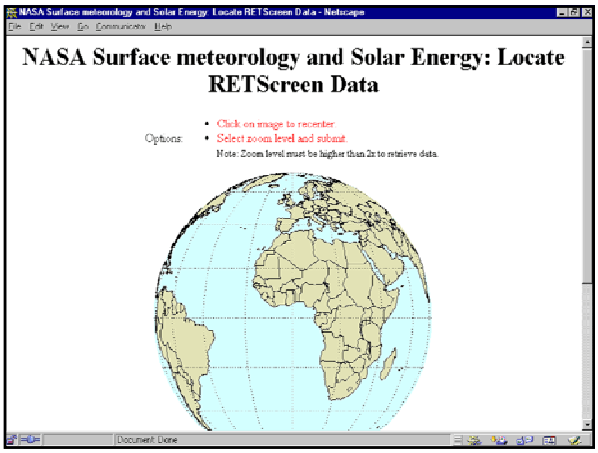

RETScreen® Energy Model - Wind Energy Project
Wind shear exponent
The user enters the wind shear exponent, which is a dimensionless number expressing the rate at which the wind speed varies with the height above the ground. A low exponent corresponds to a smooth terrain whereas a high exponent is typical of a terrain with sizable obstacles. The value is used to calculate the average wind speed at the wind turbine hub height and at 10 m.
The wind shear exponent typically ranges from 0.10 to 0.40. The low end of the range corresponds to a smooth terrain (e.g. sea, sand and snow from 0.10 to 0.13). A wind shear of 0.25 corresponds to a rough terrain (i.e. with sizable obstacles). The high end of the range (0.40) corresponds to a project in an urban area. A value of 0.14 is a good first approximation when the site characteristics are yet to be determined [Le Gouriérès, 1982], [WECTEC, 1996] and [Oğe, 1995].

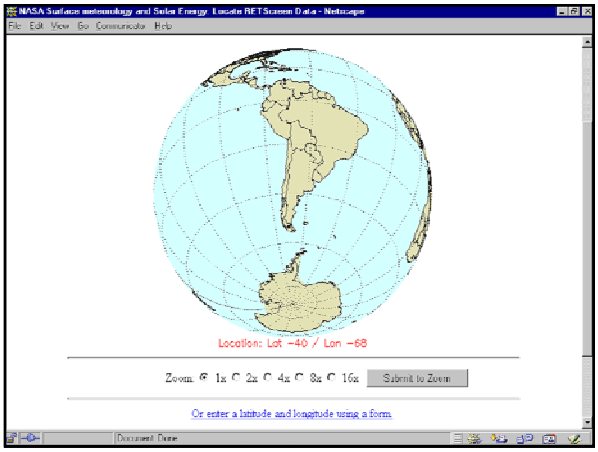

RETScreen® Equipment Data - Wind Energy Project
Wind Turbine Characteristics
Wind Turbine Production Data
Product Database

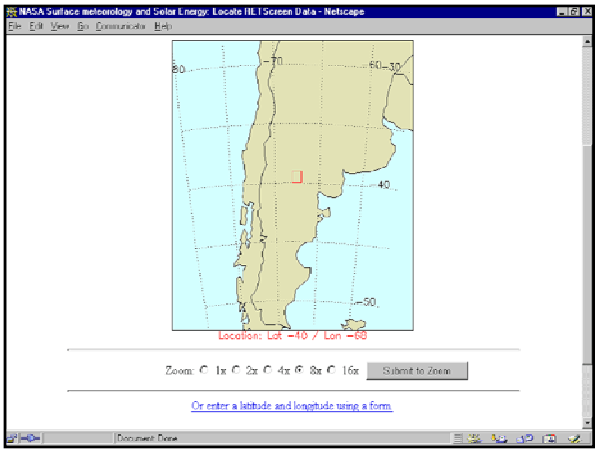

RETScreen® Cost Analysis - Wind Energy Project

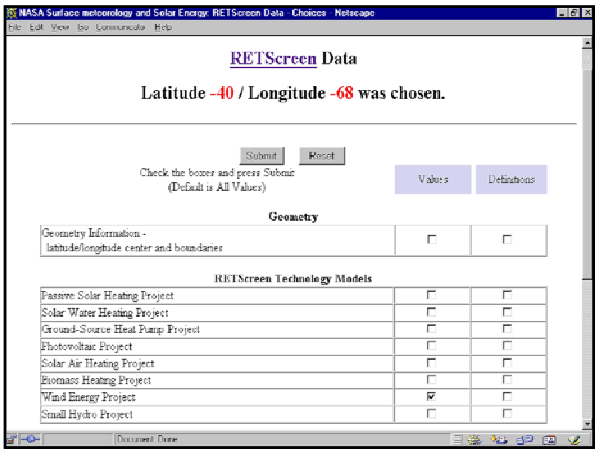

RETScreen® Energy Model - Wind Energy Project

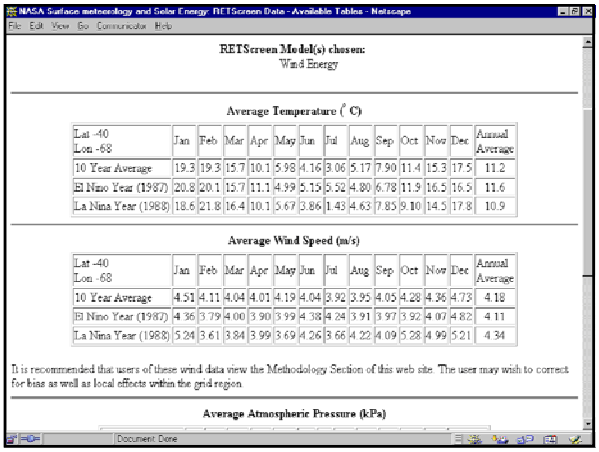

NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Netscape
Surface meteorology and Solar Energy Data Set
A renewable energy resource web site
sponsored by
NASA's Earth Science Enterprise Program
A collaboration with the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes) has produced data output useful to users of the RETScreen® International Renewable Energy Project Analysis Software.
To access data for RETScreen:
Pick a location graphically
Or enter a latitude and longitude in the form below
Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.
Example:
Latitude 33.5
Longitude -80.75
OR
Latitude 33 30
Longitude -80 45
Latitude?
Longitude?
North: 0 to 90
South: 0 to -90
East: 0 to 180
West: 0 to -180
Submit
Reset
This form is "Reset" if the input is out of range.


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
File Edit View Go Communicator Help
NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data
Options:
Click on image to recenter
Select zoom level and submit.
Note: Zoom level must be higher than 2x to retrieve data.
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
File Edit View Go Communicator Help
Location: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Submit to Zoom
Or enter a latitude and longitude using a form
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
File Edit View Go Communicator Help
80
70
60
30
40
50
Location: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Submit to Zoom
Or enter a latitude and longitude using a form
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Choices - Netscape
RETScreen Data
Latitude -40 / Longitude -68 was chosen.
Submit
Reset
Check the boxes and press Submit
(Default is All Values)
Values
Definitions
Geometry
Geometry Information - latitude/longitude center and boundaries
RETScreen Technology Models
Passive Solar Heating Project
Solar Water Heating Project
Ground-Source Heat Pump Project
Photovoltaic Project
Solar Air Heating Project
Biomass Heating Project
Wind Energy Project
Small Hydro Project
Document Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Available Tables - Netscape
RETScreen Model(s) chosen:
Wind Energy
Average Temperature (° C)
Lat -40 Lon -68 | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Annual Average
10 Year Average | 19.3 | 19.3 | 15.7 | 10.1 | 5.98 | 4.16 | 3.06 | 5.17 | 7.90 | 11.4 | 15.3 | 17.5 | 11.2
El Nino Year (1987) | 20.8 | 20.1 | 15.7 | 11.1 | 4.99 | 5.15 | 5.52 | 4.80 | 6.78 | 11.9 | 16.5 | 16.5 | 11.6
La Nina Year (1988) | 18.6 | 21.8 | 16.4 | 10.1 | 5.67 | 3.86 | 1.43 | 4.63 | 7.85 | 9.10 | 14.5 | 17.8 | 10.9
Average Wind Speed (m/s)
Lat -40 Lon -68 | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Annual Average
10 Year Average | 4.51 | 4.11 | 4.04 | 4.01 | 4.19 | 4.04 | 3.92 | 3.95 | 4.05 | 4.28 | 4.36 | 4.73 | 4.18
El Nino Year (1987) | 4.36 | 3.79 | 4.00 | 3.90 | 3.99 | 4.38 | 4.24 | 3.91 | 3.97 | 3.92 | 4.07 | 4.82 | 4.11
La Nina Year (1988) | 5.24 | 3.61 | 3.84 | 3.99 | 3.69 | 4.26 | 3.66 | 4.22 | 4.09 | 5.28 | 4.99 | 5.21 | 4.34
It is recommended that users of these wind data view the Methodology Section of this web site. The user may wish to correct for bias as well as local effects within the grid region.
Average Atmospheric Pressure (kPa)
Document Done

Software RETScreen®
Metodo di analisi finanziaria
RETScreen® International
www.retscreen.net
Comparazione:
Caso base / caso proposto
Sistema tradizionale / Sistema con energia pulita
Esempio:
Edificio standard con riscaldamento aria a gas naturale
contro
Facciata Solarwall per riscaldamento solare dell'aria più riscaldamento aria tradizionale a gas naturale
Scuola di Yellowknife con sistema Solarwall in costruzione
Foto: Arctic Energy Alliance
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demo del software
Progetto eolico da 20 MW

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

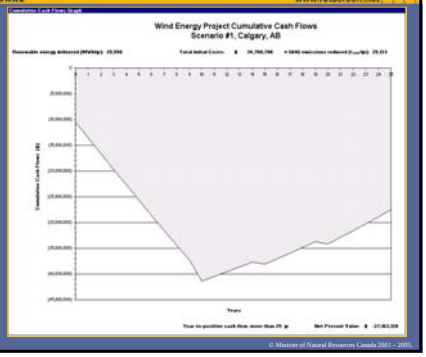
Input/Output (RETScreen®)	Scenario n.1 (Imp. commerciale)	Scenario n.2 (Impianto verde)
• Località progetto:	• Calgary, AB	• Pincher Creek, AB
• Velocità del vento:	• 4,4 m/s	• Lethbridge → 7,0 m/s
• Riduzione gas serra:	• 25.123 tCO_2/anno	• → 63.486 tCO_2/anno
• Costo turbina eolica:	• $ 1.200/kW	• → $ 1.000/kW
• Incentivo energia verde:	• $ 0/kWh	• → $ 0,025/kWh
• Incentivo gas serra (carbone):	• $ 0/t	• → $ 5/t
• Durata debito:	• 10 anni	• → 15 anni
• **Tempo per bilancio positivo:**	• **42,7 anni**	• **5,2 anni**
• **Ritorno dell'investimento:**	• **- 7,1 %**	• **22,8 %**

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demo del software
Scenario 1

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Scenario n.1
(Imp. commerciale)
Calgary, AB
4,4 m/s
$ 1.200/anno
25.123 t_{CO_2}/anno
$ 0/kWh
$ 0/ton
10 anni
42,7 anni
- 7,1 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Demo del software
Velocità del vento e riduzione gas serra

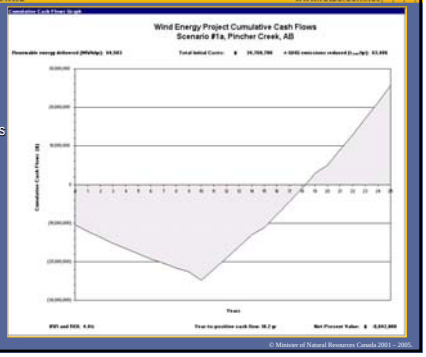
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Scenario n. 1a

(Impianto verde)
Pincher Creek, AB
Lethbridge → 7,0 m/s

63.486 t_{CO_2} / anno

18,2 anni
4,8 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

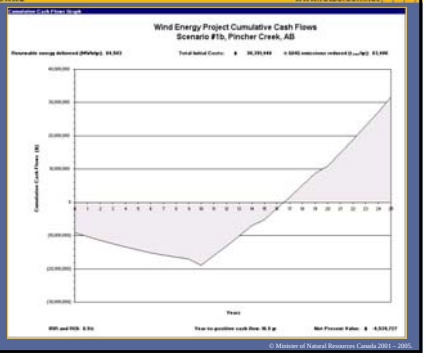
Demo del software
Costo turbina eolica

RETScreen® International www.retscreen.net

Scenario n. 1b

$ 1.000/kW

16,5 anni
6,5 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

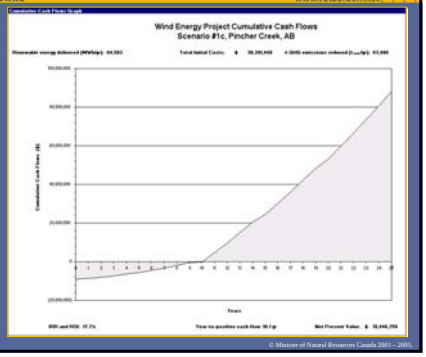
Demo del software
Incentivo prod. energia verde

RETScreen® International www.retscreen.net

Scenario n. 1c

$ 0,025/kWh

10,1 anni
17,7 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

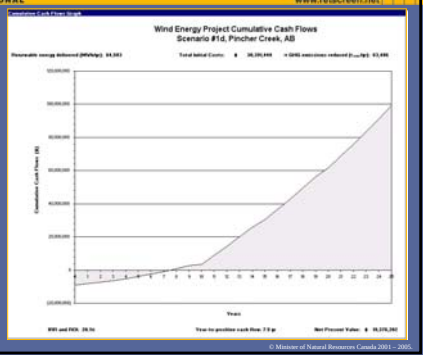
Demo del software
Incentivo per riduzione gas serra

RETScreen® International www.retscreen.net

Scenario n. 1d

$ 5/t

7,5 anni
20,1 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

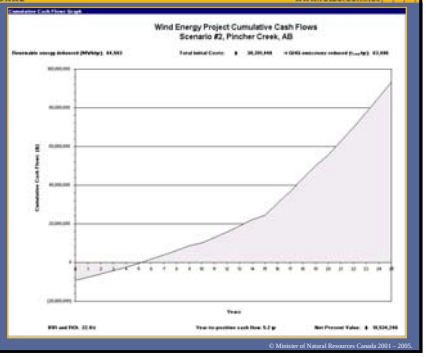
Demo del software
Durata del debito

RETScreen® International www.retscreen.net

Scenario n. 2

15 anni

5,2 anni
22,8 %



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi emissioni gas serra con il software RETScreen®

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso « Clean Energy Project Analysis »

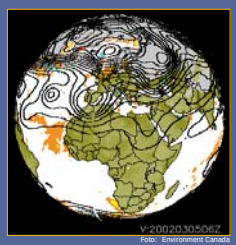


Foto: Environment Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Introduzione di una metodologia per il calcolo della riduzione delle emissioni di gas serra
- Dimostrazione del modello RETScreen® per l'analisi della riduzione dei gas serra

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cosa deve essere calcolato?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Riduzione annuale delle emissioni di gas serra
  - Caso base (utilizzo tecnologia convenzionale) contro caso proposto (tecnologia energetica pulita)
  - Unità: tonnellate di CO_2 per anno
  - Emissioni di CH_4 e N_2O convertite in emissioni equivalenti di CO_2 in termini di loro potenziale per il surriscaldamento terrestre

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Come viene effettuato il calcolo?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Riduzione annuale di gas serra (t_{CO_2}) =

(Fattore emissioni gas serra per il caso base (t_{CO_2}/MWh) - Fattore emissioni gas serra per il caso proposto (t_{CO_2}/MWh)) x Energia fornita all'utilizzatore (MWh)

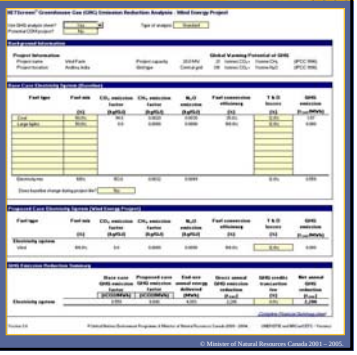
- RETScreen® corregge la riduzione annuale tenendo in considerazione le perdite per trasmissione e distribuzione di energia e gli eventuali costi per le transazioni di crediti per la riduzione di gas serra (versione 3.0 o superiore)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello per l'analisi della riduzione di gas serra RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Metodologia standardizzata sviluppata da NRCan con il Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP), il Centro RISØ UNEP per l'energia, la Climate e Sustainable Development (URC) ed il Prototype Carbon Fund (PCF) della Banca Mondiale
- Convalidato da un team di esperti istituzionali ed industriali



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Tipo di analisi

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Analisi standard: RETScreen® usa automaticamente i valori standard dell'industria e dell'IPCC per:
  - Fattori di conversione CO_2 per CH_4 e N_2O
  - Emissioni CO_2, CH_4 e N_2O per i combustibili più comuni
  - Efficienza nella conversione del combustibile in energia elettrica e calore

- Analisi Personalizzata: l'utente specifica i suddetti valori
- Analisi Definita dall'Utente: l'utente immette i fattori di emissione dei gas serra direttamente (Version 3.0 o superiore)
  - Non specifica i combustibili e le efficienze di conversione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Definizione delle basi di calcolo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Differenti basi per il calcolo delle emissioni di gas serra:
  - Base storica (tutta l'energia prodotta)
  - Base storico-statistica basata sugli andamenti recenti
  - Base statistica futura basata sui programmi di espansione
  - Base futura dinamica marginale
  - Altre
- RETScreen® permette di modificare una base di calcolo durante l'elaborazione del progetto (versione 3.0 o superiore)
- Il calcolo può essere basato su aree internazionali, nazionali o regionali
- Tiene in considerazione i parametri del Protocollo di Kyoto
- L'Utente deve mantenere la base di calcolo scelta e non deve sovrastimare la riduzione delle emissioni

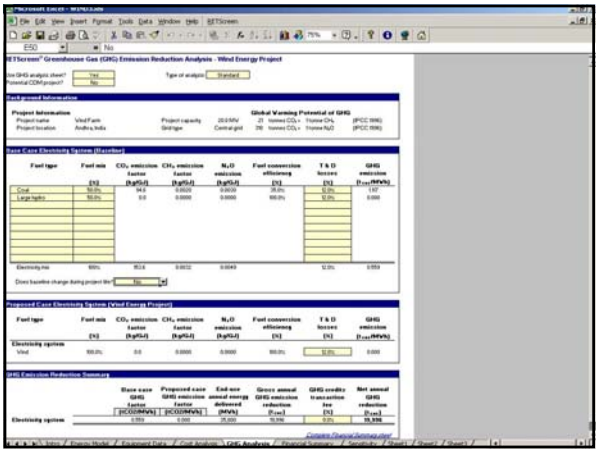
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

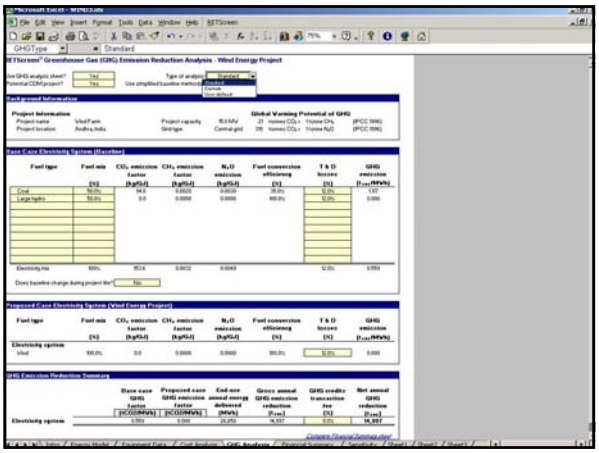
RETScreen® facilita i progetti CDM e JI del protocollo di Kyoto

RETScreen® International www.retscreen.net

- Progetti Clean Development Mechanism (CDM):
  - Paesi industrializzati ed imprese che investono in progetti di riduzione dei gas serra in paesi in via di sviluppo per guadagnare crediti dai progetti stessi.
- Piccoli progetti CDM possono usare basi di calcolo semplificate:
  - Progetti di produzione di energia elettrica ≤ 15 MW
  - Progetti di efficienza energetica per un risparmio ≤ 15 GWh all'anno
- Progetti Joint Implementation (JI):
  - Paesi industrializzati ed imprese guadagnano crediti per la riduzione di gas serra attraverso l'investimento in progetti situati in altri Paesi aventi obiettivi di riduzione delle emissioni imposte dal Protocollo di Kyoto (Allegato I Paesi)
  - Progetto generalmente in un Paese con economia in transizione
- I progetti CDM e JI devono dimostrare il superamento della riduzione prevista dallo scenario di base.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.





Conclusioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- RETScreen® calcola la riduzione annuale delle emissioni per un progetto energetico con tecnologie pulite comparandolo con il sistema tradizionale del caso base.
- E' facile da usare ma l'utente deve definire lo scenario del caso base accuratamente per i progetti più grandi.
- Il modello tiene in considerazione le nuove imposizioni del Protocollo di Kyoto per l'elaborazione dello studio di pre-fattibilità.
- Per ottenere risultati realistici, l'utente non deve sovrastimare la riduzione delle emissioni dei gas serra del progetto proposto.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

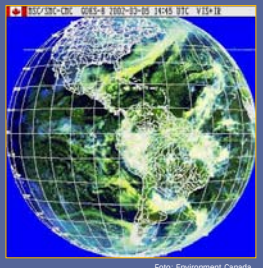


Foto: Environment Canada

www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi finanziaria e del rischio con il software RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Corso « Clean Energy Project Analysis »

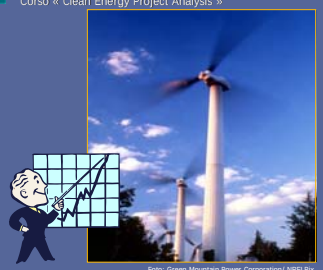


Foto: Green Mountain Power Corporation/ NRELPix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

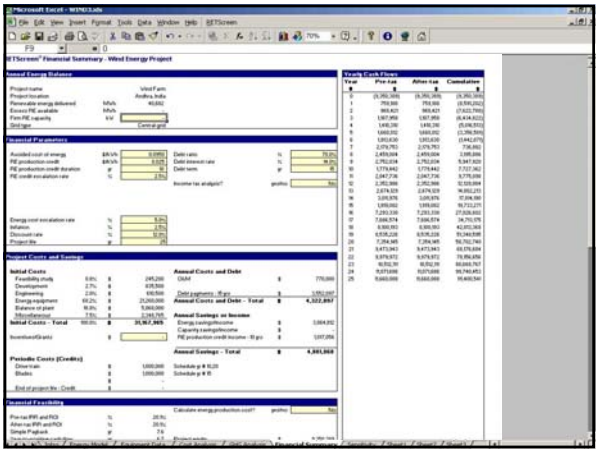
Canada

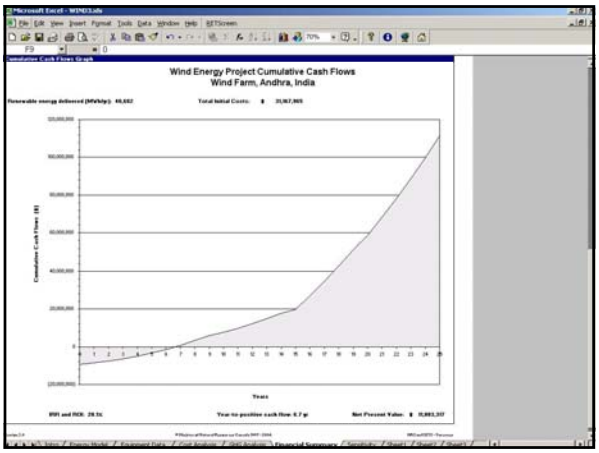
Obiettivi

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Introduzione della metodologia RETScreen® per la valutazione della fattibilità finanziaria di un progetto energetico con tecnologie pulite
  - Analisi di importanti parametri finanziari
  - Revisione degli indicatori chiave di fattibilità finanziaria
  - Esame delle ipotesi di calcolo del flusso di cassa
  - Evidenziazione delle differenze tra i costi iniziali, il ritorno semplice dell'investimento e gli indicatori finanziari chiave
- Dimostrazione del foglio di lavoro RETScreen® con il riepilogo finanziario
- Dimostrazione di come gli incentivi, i crediti derivanti dalla produzione di energia, i crediti derivanti dalla riduzione dei gas serra e le imposte possono essere inclusi nell'analisi finanziaria.
- Introduzione dell'analisi di sensitività e di rischio con RETScreen®
- Dimostrazione del foglio di lavoro per l'analisi di sensitività e rischio (versione 3.0 o superiore)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

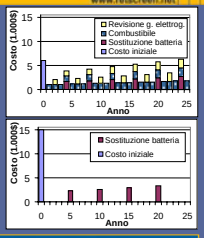


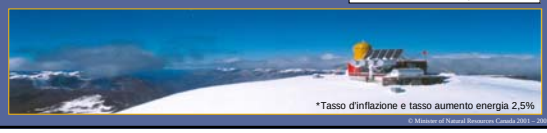


Costi iniziali contro costi operativi:
Esempio di sistema remoto di telecomunicazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Gruppo elettrogeno+batteria (caso base):
  - Costo iniziale: $ 6.000
  - Costo annuale: $ 1.000 per il combustibile*
  - Sostituzione batteria ogni 4 anni ($ 1.500)*
  - Revisione gruppo elettrogeno ogni 2 anni ($ 1.000)*
- Sistema fotovoltaico+batteria (caso proposto):
  - Costo iniziale: $ 15.000
  - Sostituzione batteria ogni 5 anni ($ 2.000)*





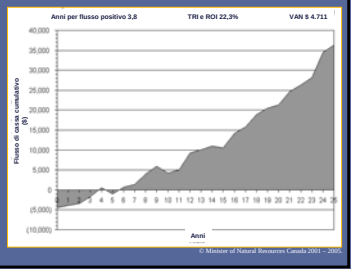
*Tasso d'inflazione e tasso aumento energia 2,5%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Determinare la fattibilità finanziaria:
Es. sistema remoto di telecomunicazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Si può comparare il gruppo elettrogeno con il sistema FV?
  - Gruppo elettrogeno: costi iniziali più bassi
  - Sistema fotovoltaico: costi annuali e periodici più bassi
- RETScreen® calcola gli indicatori sulla base dei guadagni e delle spese durante il periodo di vta del progetto!



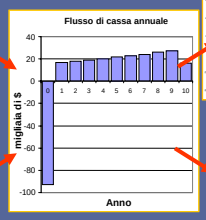
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

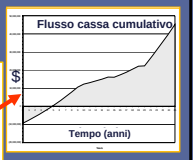
Calcolo flussi di cassa: Cosa fa RETScreen®?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Entrate di cassa
Risparmi combustibile
Risparmi O&M
Risparmi periodici
Incentivi
Crediti per produzione
Crediti riduzione gas serra

Uscite di cassa
Investimenti
Pagamenti debito
Pagamenti per O&M
Costi periodici





Indicatori
VAN
Ammortamento semplice
TIR
Recupero debiti
Ecc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Ingresso parametri finanziari Utilizzati da RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Financial Parameters

Avoided cost of energy	$/kWh	0.0950	Debt ratio	%	70.0%
RE production credit	$/kWh	0.025	Debt interest rate	%	14.0%
RE production credit duration	yr	10	Debt term	yr	25
RE credit escalation rate	%	2.5%			
GHG emission reduction credit	$/$t_{CO2}$	5.0	Income tax analysis?	yes/no	Yes
GHG reduction credit duration	yr	21	Effective income tax rate	%	35.0%
GHG credit escalation rate	%	0.0%	Loss carryforward?	yes/no	Yes
			Depreciation method	-	Declining balance
			Depreciation tax basis	%	95.0%
Energy cost escalation rate	%	5.0%	Depreciation rate	%	30.0%
Inflation	%	2.5%			
Discount rate	%	12.0%	Tax holiday available?	yes/no	Yes
Project life	yr	25	Tax holiday duration	yr	5

- Tasso di sconto: tasso utilizzato per convertire flussi di cassa futuri al presente
- Costi energetici evitati:
  - Per progetti di riscaldamento e raffreddamento: il prezzo del combustibile per lo scenario del caso base
  - Per progetti di vendita di energia elettrica alla rete: il prezzo pagato per un'unità di energia elettrica pulita (per gli sviluppatori) o costi marginali (per i distributori)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Indicatori chiave (risultati) per la fattibilità finanziaria

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

	Ammortamento Semplice	Valore attuale netto (VAN)	Tasso di rendimento interno (TIR & ROI)
Significato	Numero di anni necessari per il recupero dei costi con i risparmi annuali	Valore totale del progetto nella valuta di oggi	Tasso di rendimento del progetto durante la sua vita
Esempio	3 anni di ammortamento semplice	VAN di 1,5 milioni di $	TIR = 17%
Criterio	Ammortamento < n. anni	Se positivo indica progetto vantaggioso	TIR > livello minimo
Commenti	• Fuorviante • Ignora flussi monetari e finanziamenti a lungo termine • Usare quando il flusso di cassa è corto	• Buon metodo • L'utente deve specificare il tasso di sconto	• necessita di un po' di tentativi per arrivare ad un flusso di cassa "0"

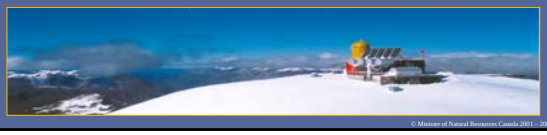
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Comparazione indicatori: Es. di sistema remoto di telecom.

RETScreen® International www.retscreen.net

	Ammortamento Semplice	Valore attuale netto (VAN)	Tasso di rendimento interno (TIR & ROI)
FV contro generatore*	9 anni	$ 4.800	22%
Decisione	Generatore	Fotovoltaico	Fotovoltaico

* Tasso di sconto del 12%; 50% del debito con finanziamento a 15 anni al 7% d'interesse



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

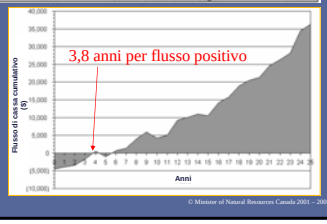
Indicatori di fattibilità: Es. di sistema remoto di telecom.

RETScreen® International www.retscreen.net

Financial Feasibility

			Calculate energy prod	yes/no	No
Pre-tax IRR and ROI	%	22.3%			
After-tax IRR and ROI	%	22.3%	Calculate GHG reduct	yes/no	No
Simple Payback	yr	9.0			
Year-to-positive cash flow	yr	3.8	Project equity	$	4,500
Net Present Value - NPV	$	4,771	Project debt	$	4,500
Annual Life Cycle Savings	$	608	Debt payments	$/yr	494
Benefit-Cost (B-C) ratio	-	1.98	Debt service coverage	-	2.09

- RETScreen® dispone di una gamma di indicatori e grafici per il flusso di cassa cumulativo riferiti al progetto in analisi



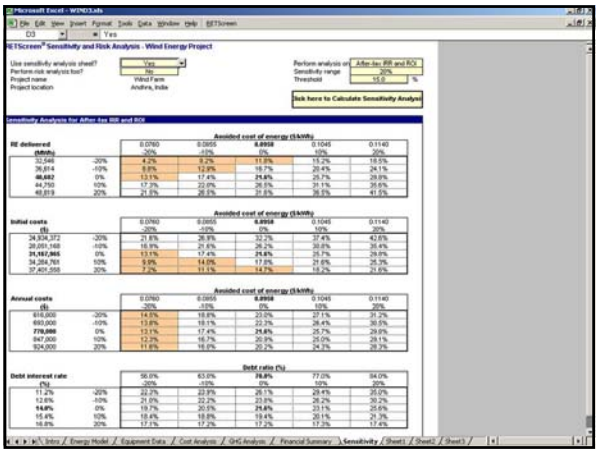
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

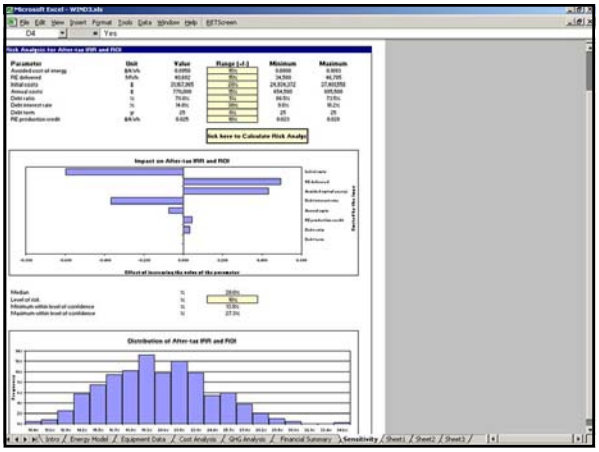
Trattamento dell'incertezza: Analisi di sensitività e rischio

RETScreen® International www.retscreen.net

- In una fase preliminare di fattibilità ci sono elementi di incertezza su molti parametri.
- Come risulta la convenienza del progetto se influenzata da errori nei valori forniti dall'utente?

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.





Analisi di sensitività

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Mostra come la convenienza del progetto cambia quando due parametri chiave cambiano simultaneamente
- Per esempio:
  - Costi iniziali più alti del 10% rispetto alla stima
  - Costi energetici evitati più alti del 20% rispetto alla stima
  - Il TIR supera il tasso limite del 15% imposto dall'utente?

Initial costs		Avoided cost of energy ($/kWh)				
($)		0.0760	0.0855	**0.0950**	0.1045	0.1140
		-20%	-10%	0%	10%	20%
24,934,372	-20%	11.5%	16.1%	20.4%	24.5%	28.6%
28,051,168	-10%	7.5%	11.6%	15.7%	19.4%	23.1%
31,167,965	0%	4.1%	8.3%	**12.0%**	15.4%	18.7%
34,284,761	10%	1.0%	5.3%	8.9%	12.2%	15.2%
37,401,558	20%	-1.9%	2.6%	6.2%	9.4%	12.3%

- Sì, risulta essere del 15,2%
  - Le combinazioni dei costi iniziali e dei costi energetici evitati che hanno superato il limite sono ombreggiati

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi sensitività: parametri

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® calcola la sensitività di...
  - Tasso di rendimento interno (TIR/ROI)
  - Anni per flusso di cassa positivo
  - Valore attuale netto (VAN)

Perform analysis on	After-tax IRR and ROI
Sensitivity range	20%
Threshold	15.0 %

Click here to Calculate Sensitivity Analysis

- ...per cambi simultanei di (ad esempio)...
  - Energia rinnovabile fornita e costi energetici evitati
  - Costi iniziali e costi energetici evitati
  - Tasso d'interesse e durata del debito
  - Riduzione netta dei gas serra e crediti relativi
  - Energia rinnovabile fornita e crediti relativi
- ...con cambi di $\pm x$, $\pm 1½x$, e 0, dove x è la gamma di sensitività specificata dall'utente

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi del rischio

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- L'utente è incerto su molti parametri:

Parameter	Unit	Value	Range (+/-)	Minimum	Maximum
Avoided cost of energy	$/kWh	0.0950	5%	0.0903	0.0998
RE delivered	MWh	40,682	15%	34,580	46,785
Initial costs	$	31,167,965	20%	24,934,372	37,401,558
Annual costs	$	770,000	15%	654,500	885,500
Debt ratio	%	70.0%	0%	70.0%	70.0%
Debt interest rate	%	14.0%	30%	9.8%	18.2%
Debt term	yr	15	0%	15	15
RE production credit	$/kWh	0.025	10%	0.023	0.028

  - L'utente specifica una gamma di incertezza per ciascun parametro (es. ±5%)
  - Tutti i parametri si discostano simultaneamente ed indipendentemente dalla stima
- Come ciò influenza gli indicatori finanziari?

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi del rischio: Simulazione di Monte Carlo

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® calcola la frequenza di distribuzione degli indicatori finanziari (TIR, VAN e gli anni per il flusso di cassa positivo) calcolando i valori per 500 combinazioni di parametri.
  - I parametri cambiano casualmente secondo l'incertezza specificata dall'utente

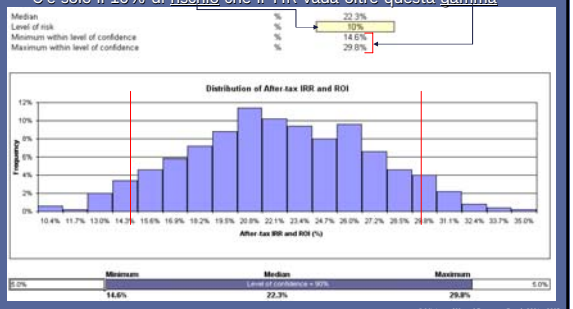
7% del tempo il TIR è 18,2±0,7%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi del rischio: livello di rischio

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- C'è solo il 10% di rischio che il TIR vada oltre questa gamma

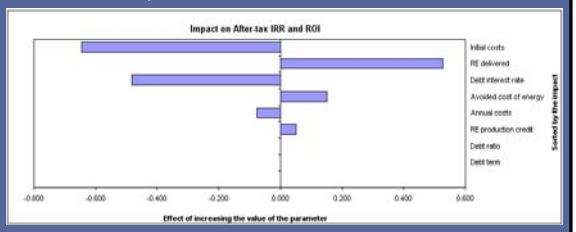


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Analisi del rischio: Influenza dei parametri

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Il "grafico Tornado" rivela:
  - che i parametri hanno la massima influenza
  - come il cambiamento dei parametri influenzi il TIR post-tasse, il VAN o gli anni per il flusso di cassa positivo.



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® calcola i flussi monetari sulla base dei costi iniziali, dei risparmi energetici, della gestione e manutenzione, dei costi del combustibile, delle imposte e dei crediti per la riduzione dei gas serra e per la produzione di energia rinnovabile

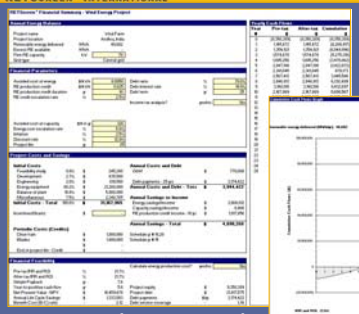
- RETScreen® calcola automaticamente gli indicatori di fattibilità finanziaria
- La sensitività degli indicatori finanziari chiave al cambiare dei dati immessi può essere verificata con RETScreen®
- Gli indicatori che considerano la convenienza del progetto anche in base alla vita dello stesso, come il TIR ed il VAN, sono preferibili al metodo dell'ammortamento semplice

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Domande?

RETScreen® International

www.retscreen.net



www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sommario del modulo introduttivo

RETScreen® International — www.retscreen.net

Corso « Clean Energy Project Analysis »

Foto: Nordex Gmbh

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada — Ressources naturelles Canada — Canada

Conclusioni

RETScreen® International — www.retscreen.net

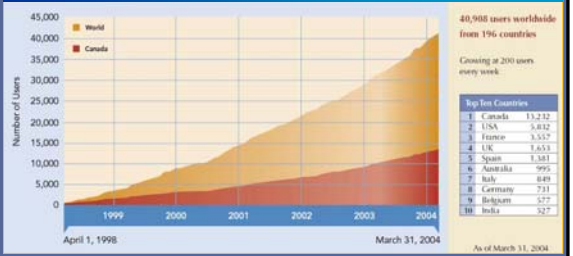
- Sono già disponibili tecnologie energetiche pulite che consentono molte applicazioni economicamente fattibili. Il mercato di tali tecnologie sta crescendo rapidamente.
- L'utilizzo di tecnologie energetiche pulite deve essere ben considerato negli studi di pre-fattibilità eseguiti dai progettisti, dai decision-makers e dagli utenti
- RETScreen® semplifica le valutazioni preliminari
  - Richiede l'inserimento di pochi dati
  - Calcola automaticamente indicatori chiave di fattibilità tecnico-finanziaria
  - Costa 1/10 di altri strumenti di valutazione
  - Procedure standardizzate permettono comparazioni obiettive
  - Aumenta il potenziale utilizzo di applicazioni con tecnologie energetiche pulite

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Crescita del software RETScreen sulla base del numero di utenti

RETScreen® International — www.retscreen.net

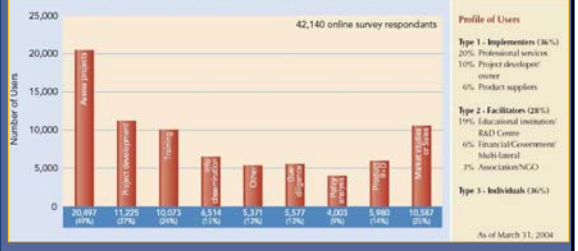
Software RETScreen : crescita cumulativa numero di utenti



Uno strumento di capacità e supporto decisionale

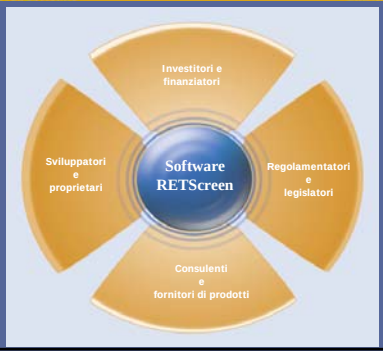
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Software RETScreen : uso del software



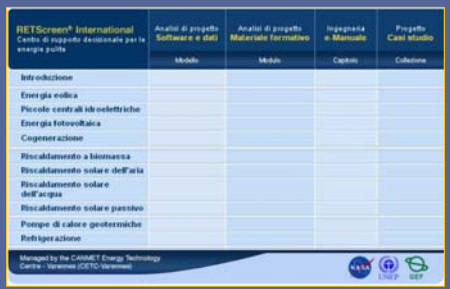
Piattaforma comune di progetto, valutazione e sviluppo

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



Domande?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETI CON ENERGIA EOLICA

Analisi progetti di energia eolica

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso analisi di progetti con energie pulite

Turbina eolica per produzione di energia elettrica alla rete

Foto: Nordex AG

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rivedere i principi dei sistemi ad energia eolica
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di progetti eolici
- Presentare il modello RETScreen® per l'analisi di progetti eolici

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa forniscono i sistemi eolici?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Elettricità per
  - Reti elettriche centralizzate
  - Reti elettriche isolate
  - Forniture isolate di energia
  - Energia per pompaggio acqua

…ma anche…

  - Supporto per reti deboli
  - Rischio ridotto per fluttuazione costi energia elettrica
  - Ridotte perdite per trasmissione e distribuzione

Impianto eolico di San Gorgino, Palm Springs, California, USA

Foto: Warren Gretz/ NREL Pix

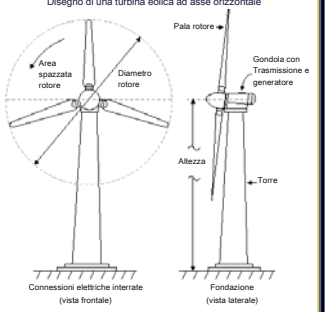
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descrizione tubina eolica

RETScreen® International www.retscreen.net

- Componenti
  - Rotore
  - Trasmissione
  - Torre
  - Fondazione
  - Controlli
  - Generatore
- Tipi
  - Ad asse orizzontale
    - Più comune
    - Controlli e progetto rotore in base al vento
  - Ad asse verticale
    - Meno comune

Disegno di una turbina eolica ad asse orizzontale



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Utilizzazione dell'energia eolica

RETScreen® International www.retscreen.net

- Senza rete
  - Piccole turbine (da 50 W a 10 kW)
  - Caricamento batterie
  - Pompaggio acqua
- Rete isolata
  - Tipicamente turbine da 10 a 200 kW
  - Riduzione costi di produzione energia in aree isolate: anche impianti ibridi con generatore a gasolio
  - Alta o bassa penetrazione
- Rete centrale
  - Tipicamente turbine da 200 kW a 2 MW
  - Campi eolici con più turbine

Senza rete, turbina da 10 kW, Messico

Foto: Charles Newcomber/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Elementi di un progetto eolico

RETScreen® International www.retscreen.net

- Studio del vento disponibile
- Analisi di impatto ambientale
- Approvazioni
- Progettazione
- Costruzione
  - Strade
  - Rete di trasmissione
  - Sottostazioni

Installazione di palo meteo da 40m, Quebec, Canada

Foto: GPCo Inc.

Sottostazione, California, USA

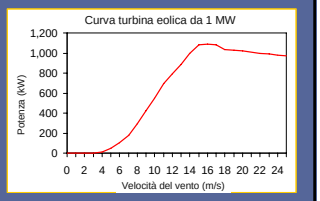
Foto: Warren Gretz/NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Disponibilità del vento

RETScreen® International www.retscreen.net

- Elevate velocità medie del vento
  - Minima velocità media annua di 4 m/s
  - La gente tende a sovrastimare il vento
  - La velocità del vento tende ad aumentare con l'altezza
- Buona disponibilità
  - Aree costiere
  - Creste di lunghi pendii
  - Passi
  - Grandi distese
  - Vallate con canalizzazione di venti
- Tipicamente più ventoso
  - L'inverno rispetto all'estate
  - Il giorno rispetto alla notte

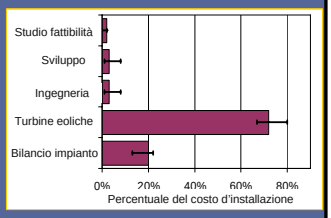


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Costi dei sistemi eolici

RETScreen® International www.retscreen.net

- Campi eolici
  - Costo di $1.500/kW installato
  - Gestione e manutenzione: $0,01/kWh
  - Prezzo vendita: da $0,04 a $0,10/kWh
- Turbine singole e reti isolate
  - Costi più elevati (più specifici al progetto)
  - Gli studi di fattibilità, lo sviluppo e l'ingegneria rappresentano un'alta percentuale del costo totale
- Prevista la sostituzione di un componente principale che ha un valore tra il 20 ed il 25% del costo totale inziale
  - Pale rotore o trasmissione



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni progetti eolici

RETScreen® International www.retscreen.net

- Una buona disponibilità del vento riduce drasticamente i costi di produzione di energia
  - Una buona analisi di disponibilità del vento è un ottimo investimento per la fattibilità del progetto
- Fonti addizionali di reddito
  - Crediti per la produzione di energia da parte del Governo/Società elettriche o certificati verdi
  - Vendita di titoli per la riduzione di emissioni inquinanti
- Vincoli e criteri
  - Impatto ambientale
  - Accettazione da parte della comunità
  - Possibilità di connessione alla rete e di trasmissione dell'energia
- Finanziamento, tassi d'interesse, cambi valute

Turbina del campo eolico Le Nordais, Quebec, Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Europa e Stati Uniti

Sistemi eolici per reti centralizzate

RETScreen® International www.retscreen.net

- Nessun problema per produzione intermittente: 17% dell'elettricità danese è prodotta da fonti eoliche senza alcuna integrazione di produzione
- Progetti rapidi (da 2 a 4 anni) che posso essere estesi per soddisfare la domanda

Impianto eolico costiero, Danimarca

Foto: Danmarks Tekniske Universitet

Campo eolico a Palm Springs, California, USA

Foto: Warren Gretz/ NREL Pix

- La terra può essere utilizzata per altri scopi come ad esempio l'agricoltura
- Persone fisiche, aziende e cooperative spesso posseggono e gestiscono turbine singole

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: India e Canada

Sistemi eolici per reti isolate

RETScreen® International www.retscreen.net

- La produzione di energia elettrica è costosa dato l'elevato costo di trasporto del gasolio ai siti remoti
  - Le turbine eoliche consentono di ridurre il costo di gasolio
- Affidabilità e manutenzione sono fattori importanti

Installazione di una turbina da 50 kW, Bengala Occidentale, India

Foto: Paul Pynn/ Atlantic Orient Canada

Turbina da 50 kW, Nunavut, Canada

Foto: Phil Owens/ Nunavut Power Corp.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Stati Uniti, Brasile e Cile

Sistemi eolici senza rete

RETScreen® International www.retscreen.net

- Elettricità per piccoli carichi in aree ventose senza rete
- Sistemi isolati con batterie forniscono energia in periosi senza vento
- Pompaggio acqua: accumulo con serbatoio acqua
- Gli impianti eolici possono essere utilizzati in sistemi ibridi in combinazione con gruppi elettrogeni alimentati da combustibili fossili e/o campi fotovoltaici

Energia per ripetitori, Arizona, USA

Foto: Southwest Windpower/ NREL Pix

Energia per villaggio isolato, Brasile

Foto: Roger Taylor/ NREL Pix

Sistema eolico ibrido, Cile

Foto: Arturo Kunstmann/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per progetti eolici

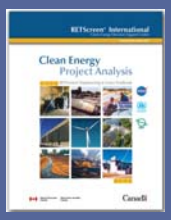
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Analisi globale di produzione energetica, costi gestionali e riduzione emissioni gas serra
  - Reti centralizzate, isolate o senza
  - Turbine singole o campi eolici
  - Rayleigh, Weibull, o distribuzione del vento definita dall'utente
- Solo 12 dati mensili del RETScreen® contro gli 8.760 dei modelli che utilizzano simulazione oraria
- Attualmente non comprende:
  - Sistemi stand-alone con accumulo

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen®
Calcolo energia eolica

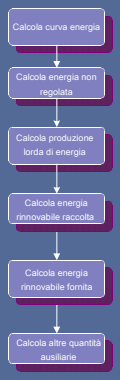
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi

Analisi progetti di energia eolica


Calcola curva energia
Calcola energia non regolata
Calcola produzione lorda di energia
Calcola energia rinnovabile raccolta
Calcola energia rinnovabile fornita
Calcola altre quantità ausiliarie

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida del modello RETScreen® per progetti eolici

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® comparato con la simulazione oraria di HOMER
  - 10 turbine da 50 kW cad. installate a Kotzebue, Alaska
  - La stima di produzione di energia elettrica annuale di RETScreen si discosta solo dell' **1,1%** rispetto al risultato di HOMER
- Risultati di RETScreen® confrontati ai dati misurati:

Periodo	Energia RETScreen (MWh)	Energia misurata (MWh)	Differenza
1998 (3 turbine)	250	271	-8%
1999-2000	1.057	1.170	-10%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Le turbine eoliche forniscono energia alla rete e senza rete in tutto il mondo
- Una buona analisi di disponibilità dei venti è un fattore importante per la fattibilità del progetto
- La disponibilità di crediti per la produzione di energia eolica o di certificati verdi è importante per i progetti collegati alla rete
- RETScreen® calcola la produzione di energia usando dati annuali con un'accuratezza comparatibile alle simulazioni su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per gli studi di fattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti con energia eolica
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI POCCOLI IMPIANTI IDROELECTTRICI

Analisi piccoli progetti idroelettrici

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite

Piccolo progetto idroelettrico da fiume, Canada

Foto: SNC-Lavalin

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rivedere i principi dei piccoli sistemi idroelettrici
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di piccoli progetti idroelettrici
- Presentare il modello RETScreen® per i piccoli impianti idroelettrici

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa forniscono i sistemi idroelettrici?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Elettricità per
  - Reti di distribuzione centrali
  - Reti isolate
  - Forniture elettriche remote

…ma anche…

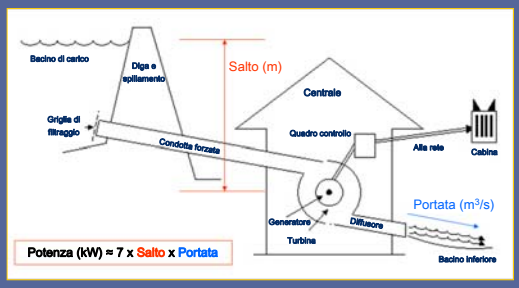
  - Affidabilità
  - Costi gestionali molto bassi
  - Ridotta esposizione alle fluttuazioni delle tariffe elettriche

Foto: Robin Hughes/ PNS

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descrizione impianto idroelettrico

RETScreen® International www.retscreen.net



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2009

"Piccoli" progetti idroelettrici

RETScreen® International www.retscreen.net

- La taglia "Piccola" non è universalmente definita
  - Taglia del progetto sulla base non solo della potenza elettrica ma anche in base al salto: alto o basso

	Potenza tipica	Portata RETScreen®	Diametro canale RETScreen®
Micro	< 100 kW	< 0,4 m^3/s	< 0,3 m
Mini	Da 100 a 1.000 kW	Da 0,4 a 12,8 m^3/s	Da 0,3 a 0,8 m
Piccole	Da 1 a 50 MW	> 12,8 m^3/s	> 0,8 m

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2009

Tipi di piccole centrali idroelettriche

RETScreen® International www.retscreen.net

- Tipo di rete
  - Centrale
  - Isolata
- Tipo di opere civili
  - Impianti ad acqua fluente
    - Nessun accumulo
    - La potenza varia in base alla portata del fiume: capacità più bassa
  - Impianti a bacino
    - Capacità più elevata tutto l'anno
    - Grandi opere civili (dighe) necessarie

Impianto ad acqua fluente da 17,6 MW, Massachusetts, USA

Foto: PG&E National Energy Group/ Low Impact Hydropower Institute

Impianto ad acqua fluente da 4,3 MW, Oregon, USA

Foto: Frontier Technology/ Low Impact Hydropower Institute

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2009

Componenti: opere civili

RETScreen® International www.retscreen.net

- Ammontano a circa il 60% dei costi iniziali
- Sbarramento o diga di diversione
  - Piccola diga di semplice costruzione per gli impianti ad acqua fluente
  - Cemento, legno, murature
  - Il solo costo della diga può rendere il progetto non fattibile
- Corso d'acqua
  - Aspirazione con griglia di filtraggio; bacino di scarico
  - Canale scavato, galleria sotterranea e/o condotta forzata
  - Valvole di intercettazione all'ingresso/uscita della turbina per manutenzione
- Centrale elettrica
  - Centrale alloggiamento turbina e quadri elettrici

Foto: Ottawa Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componenti: turbine

RETScreen® International www.retscreen.net

- Versioni ridotte di grandi turbine idroelettriche
- Possibile efficienza fino al 90%
- Impianti ad acqua fluente: portata variabile
  - La turbina deve funzionare bene anche con portata molto fluttuante oppure devono essere utilizzate più turbine
- A reazione: Francis, elica a pale fisse, Kaplan
  - Per applicazioni con salto basso e medio
  - Le turbine sommerse usano la pressione dell'acqua e l'energia cinetica
- Ad azione: Pelton, Turgo, a flusso trasversale
  - Per applicazioni con salto alto
  - Utilizzano l'energia cinetica di portate d'acqua veloci

Turbina Pelton

Foto: PO Sjöman Hydrotech Consulting

Turbina Francis

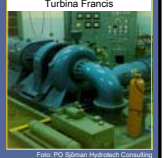


Foto: PO Sjöman Hydrotech Consulting

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componenti: elettrici ed altre apparecchiature

RETScreen® International www.retscreen.net

- Generatore
  - Ad induzione (asincrono)
    - Deve essere collegato ad altri generatori
    - Usato per fornire energia a grandi reti
  - Sincrono
    - Può lavorare in isola
    - Per applicazioni in isola o per reti remote
- Altre apparecchiature
  - Aumentatore di velocità per far combaciare la velocità della turbina con quella del generatore
  - Valvole, controlli elettronici, dispositivi di sicurezza
  - Trasformatore

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Energia idroelettrica generata nel mondo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Maggiore piovosità nei continenti rispetto all'evaporazione
- Per equilibrio, la pioggia deve fluire verso gli oceani tramite i fiumi

	Potenziale tecnico (TWh/anno)	% Sviluppo
Africa	1.150	3
Asia del sud e Medio Oriente	2.280	8
Cina	1.920	6
Ex-Unione Sovietica	3.830	6
Nord America	970	55
Sud America	3.190	11
Centro America	350	9
Europa	1.070	45
Oceania	200	19

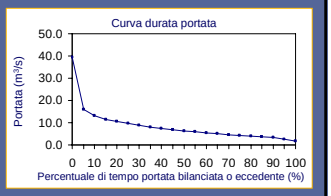
Fonte: *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 1993, Island Press.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Potenziali siti idroelettrici

RETScreen® International www.retscreen.net

- Fondamentale: è necessario un fiume sfruttabile
  - Cambio di elevazione in una corta distanza (salto)
  - Variazione accettabile di portata nel tempo: curva di durata portata
    - La portata residua riduce la portata di disponibile per produrre energia elettrica
- Curva durata portata stimata sulla base di:
  - Misurazioni di portata nel tempo
  - Dimensione del drenaggio sopra il sito, tratta e forma della curva di durata portata



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Costi piccoli impianti idroelettrici

RETScreen® International www.retscreen.net

- 75% dei costi sono riferiti al sito
- Elevati costi iniziali
  - Ma le opere civili e le apparecchiature possono durare > 50 anni

Foto: Ottawa Engineering

- Costi di gestione e manutenzione molto bassi
  - Un operatore part-time è di solito sufficiente
  - La manutenzione periodica delle apparecchiature principali richiede l'intervento di un fornitore esterno
- Gli impianti con salti alti tendono ad essere meno costosi
- Tipica gamma di costi: da $1.200 a $6.000 per kW installato

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Progetti di piccoli impianti idroelettrici Considerazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Mantenere i costi bassi grazie ad un progetto semplice e pratico ed opere civili facili da realizzare
- Possono essere utilizzate dighe ed opere civili esistenti
- Tempo di sviluppo da 2 a 5 anni
  - Risorse ed impatto ambientale: autorizzazioni
- Quattro fasi per l'ingegneria:
  - Riconoscimento del sito/studi idraulici
  - Studio di pre-fattibilità
  - Studio di fattibilità
  - Progettazione dell'impianto

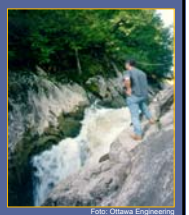


Foto: Ottawa Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Piccoli impianti idroelettrici Considerazioni ambientali

RETScreen® International www.retscreen.net

- I piccoli impianti idroelettrici possono cambiare:
  - L'habitat dei pesci
  - L'estetica del sito
  - Gli usi ricreativi e della navigazione
- I requisiti d'impatto ambientale dipendono dal sito e dal tipo di progetto:
  - Ad acqua fluente con dighe esistenti: relativamente minori
  - Ad acqua fluente da sviluppare: costruzione diga/sbarramenti/deviazioni
  - A bacino: impatto più grande con l'aumentare della dimensione dell'impianto

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Slovacchia, Canada e Stati Uniti

Piccoli impianti idroelettrici collegati alla rete elettrica centrale

RETScreen® International www.retscreen.net

- Ad acqua fluente: la rete è alimentata quando c'è disponibilità di portata d'acqua
- Impianti di proprietà e gestiti da produttori di energia elettrica con autorizzazioni a lungo terminte

Costruzione piccola centrale, Sud-Est degli Stati Uniti

Foto: CHI Energy

2,3 MW, 2 Turbine, Jasenie, Slovacchia

Foto: Emil Bedi (Foundation for Alternative Energy)/ Inforse

Costruzione piccola centrale, Newfoundland, Canada

Foto: CHI Energy

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Stati Uniti e Cina

Piccoli impianti idroelettrici per reti isolate

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Comunità remote
- Complessi residenziali e/o industriali remoti

Piccolo generatore idroelettrico, Cina

Foto: International Network on Small Hydro Power

Piccolo impianto idroelettrico di King Cove da 800 kW
Paese di 700 abitanti

Foto: Duane Hippe/ NREL Pix

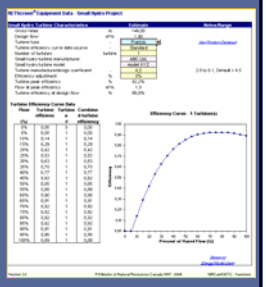
- Prezzo più alto pagato per l'elettricità
- Gli impianti ad acqua fluente hanno bisogno di potenze supplementari o potrebbero avere portate in eccesso

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per progetti di piccoli impianti idroelettrici

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

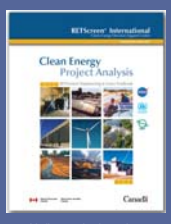
- Analisi globale di produzione energetica, costi di esercizio e riduzione emissioni gas serra
  - Rete centrale, isolata, senza rete
  - Microidroelettrico con singola turbine o piccolo impianto con più turbine
  - Metodo analisi costi "Formula"
- Attualmente non compreso:
  - Variazioni stagionali del carico in reti isolate
  - Variazioni di salto in progetti con bacino (inserimento valore medio)



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Calcolo energetico RETScreen® per piccoli impianti idroelettrici

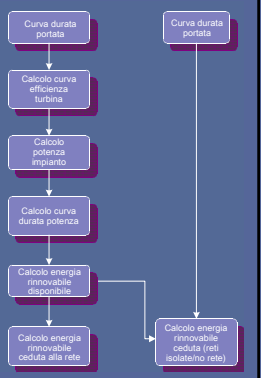
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi

Analisi progetti piccoli impianti idroelettrici

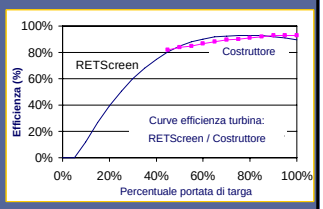

Curva durata portata
Calcolo curva efficienza turbina
Calcolo potenza impianto
Calcolo curva durata potenza
Calcolo energia rinnovabile disponibile
Calcolo energia rinnovabile ceduta alla rete
Curva durata portata
Calcolo energia rinnovabile ceduta (reti isolate/no rete)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida del modello RETScreen® per piccoli impianti idroelettrici

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Efficienza turbina
  - Comparazione con i dati del costruttore di una turbina Francis da 7 MW della GEC Alsthom
- Potenza impianto e rendimento
  - Comparazione con HydrA per un sito in Scozia
  - Tutti i risultati entro il 6,5%
- Metodo stima dei costi "Formula"
  - L'analisi del RETScreen® risulta entro l'11% di una stima reale di costi per un progetto da 6 MW nella regione del Newfoundland



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- I piccoli progetti idroelettrici (fino a 50 MW) possono fornire energia elettrica per reti centrali od isolate oppure per forniture energetiche di siti remoti
- Progetti ad acqua fluente:
  - Impatto ambientale e di costo inferiore
  - Ma necessità di energia di integrazione/emergenza nelle reti isolate
- Elevati costi iniziali e per il 75% in base al sito
- RETScreen® stima la potenza, il rendimento ed i costi sulla base delle caratteristiche del sito come la curva di durata della portata ed il salto
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per la preparazione di studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Modulo per l'analsi di progetti di piccoli impianti idroelettrici
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI FOTOVOLTAICI

Analisi progetti fotovoltaici

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso analisi progetti con energie pulite

Impianto FV presso National Research Laboratory, Quebec, Canada

Foto: CANMET Energy Technology Centre -Varennes

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rivedere i principi dei sistemi solari fotovoltaici (FV)
- Illustrare le considerazioni chiave per i progetti fotovoltaici
- Presentare il modello RETScreen® per i progetti fotovoltaici

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

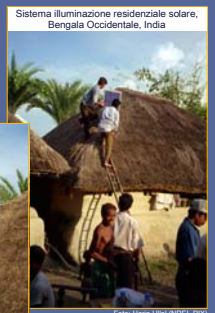
Cosa forniscono i sistemi FV?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Elettricità (CA/CC)
- Pompaggio acqua

…ma anche…

- Affidabilità
- Semplicità
- Modularità
- Immagine
- Silenziosità



Sistema illuminazione residenziale solare, Bengala Occidentale, India

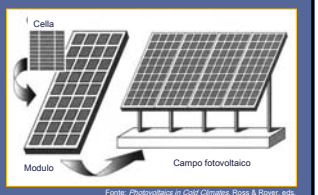
Foto: Harin Ullal (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componenti di un sistema FV

RETScreen® International www.retscreen.net

- Moduli
- Accumulo: batterie, serbatoio
- Ausiliari elettrici
  - Inverter
  - Regolatore di carica
  - Raddrizzatore
  - Convertitore CC-CC
- Altri generatori: diesel/benzina, turbina eolica
- Pompa



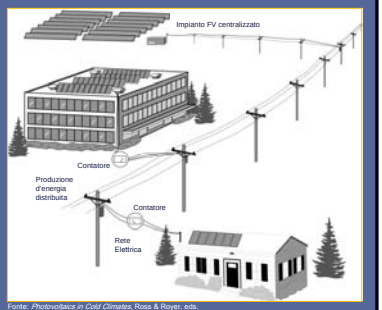
Fonte: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi collegati alla rete

RETScreen® International www.retscreen.net

- Integrazione FV
  - Distribuita
  - Centralizzata
- Tipo di rete
  - Centrale
  - Isolata
- Di solito non vantaggioso economicamente senza inventivi



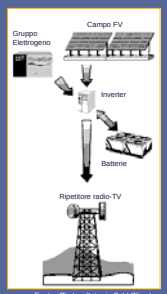
Fonte: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi isolati

RETScreen® International www.retscreen.net

- Configurazione
  - Stand-alone
  - Ibrida
- Spesso molto economici
  - Meglio piccoli carichi (< 10 kW_p)
  - Costi iniziali minori che portare la rete elettrica nel sito da alimentare
  - Costi gestionali inferiori rispetto ai gruppi elettrogeni ed alle batterie primarie



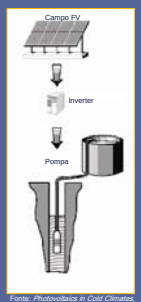
Fonte: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi di pompaggio acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Applicazione speciale isolata
- Spesso economicamente fattibile
  - Abbeveramento bestiame
  - Fornitura acqua villaggi
  - Fornitura acqua domestica



Fonte: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Risorsa solare

RETScreen® International www.retscreen.net

- 1 W_p di FV= da 800 a 2.000 Wh all'anno
  - Latitudine
  - Nuvolosità
- Risorsa solare invernale critica per i sistemi isolati
  - Angolo d'inclinazione più alto (latitudine +15°)
  - Sistemi ibridi
- Risorsa solare annuale critica per i sistemi collegati alla rete
  - Sistemi ad inseguimento solare per alta radiazione diretta

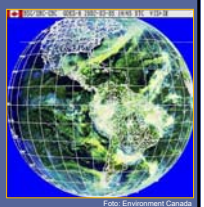


Foto: Environment Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Correlazione del carico solare

RETScreen® International www.retscreen.net

- Correlazione stagionale
  - Irrigazione
  - Case di campagna
- Correlazione diurna
  - Positiva, zero e negativa

Foto: Sandia Nat. Lab. (NREL PIX)

Fonte: *Photovoltaics in Cold Climates*, Ross & Royer, eds.

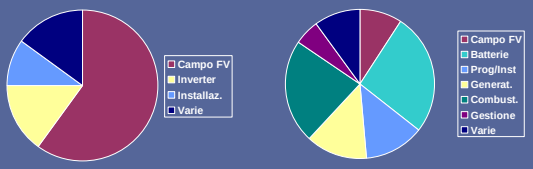
Foto: BP Solarex (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi di costi di impianti FV

RETScreen® International www.retscreen.net

- Casa in parallelo rete, 1 kW (38ºN, California)
- Ibrido stand-alone telecomunicazioni, 2,5 kW (50ºS, Argentina)



- Energia = 1,6 MWh/anno
- Costo = $ 0,35/kWh
- Costo rete = $ 0,08/kWh

- Energia = 5 MWh/anno, (PV=50%)
- Costo = $ 2,70/kWh
- Costo Generatore/Batterie = $ 4/kWh

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni progetti FV

RETScreen® International www.retscreen.net

- Distanza dalla rete
- Costo sovralluoghi
- Costi gestionali
- Rapporto Affidabilità/Costo
- Aspettative gestionali
- Aspetti sociali
- Valori intangibili
  - Immagine
  - Benefici ambientali
  - Ridotto inquinamento sonoro e visivo
  - Modularità e semplicità

Stazione ripetitrice montana per telecomunicazioni, British Columbia settentrionale, Canada

Foto: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Tibet, Botswana, Swaziland e Kenya
Illuminazione solare e sistemi FV residenziali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo proibitivo per portare la rete
- Piccoli carichi
- Manutenzione locale
- Semplice
- Affidabile

Foto: Energy Research Center of the Netherlands

Capanna per scopi educativi

Foto: Frank Van Der Vleuten (Renewable Energy World)

Sistema solare residenziale

Foto: Simon Tsuo (NREL PIX)

Casa per staff medico di una clinica

Foto: Vadim Belotserkovsky

Sistema solare residenziale

Foto: Energy Research Center of the Netherlands

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Finlandia e Canada

Case remote e di campagna

RETScreen® International www.retscreen.net

- Modulare
- Semplice
- Ridotta rumorosità
- Nessuna linea elettrica
- Casa di campagna: correlazione di carico stagionale
- Tutto l'anno: sistemi ibridi

Casa di campagna

Foto: Fortum NAPS (*Photovoltaics in Cold Climates*)

Casa

Foto: Vadim Belotserkovsky

Sistema ibrido

Foto: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Marocco e Brasile

Impianti ibridi alimentazione villaggi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo proibitivo per portare la rete
- Alti costi gasolio e manutenzione gruppo elettrogeno
- Aspetti umani
  - Aspettative
  - Necessità gestionale
  - Impatto sociale

Scuola di campagna

Foto: BP Solarex (NREL PIX)

Villaggio

Foto: Roger Taylor (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Antartico e Canada

Sistemi industriali: telecomunic. e monitoraggio

RETScreen® International www.retscreen.net

- Siti molto remoti…
  - Costi gestionali
  - Gruppo elettrogeno e FV
- …e persino siti vicino alla rete…
  - Costo trasformatore
  - Può essere spostato
  - Più affidabile della rete

Sistema monitoraggio sismico

Foto: Northern Power Systems (NREL PIX)

Sistema monitoraggio pozzo gas

Foto: Soltek Solar Energy

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Svizzera e Giappone

Edifici con FV collegato alla rete

RETScreen® International www.retscreen.net

- Solitamente non conveniente senza incentivi
- Giustificato per:
  - Immagine
  - Benefici ambientali
  - Stimolazione mercato
- Impegni a lungo termine dei costruttori, dei governi e delle società elettriche per ottenere costi inferiori

Tetto fotovoltaico
Foto: Atlantis Solar Systeme AG

FV integrato nella vetrata
Foto : Solar Design Associates (IEA PVPS)

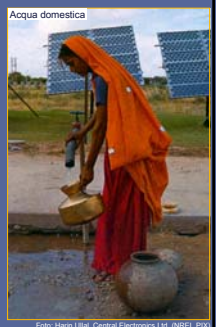
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: India e Stati Uniti

Sistemi FV per pompaggio acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Economico quando isolato
- Correlazione carico
  - Accumulo nel serbatoio
  - Correlazione carico stagionale
- Qualità acqua migliorata
- Conveniente
- Affidabile
- Semplice



Acqua domestica
Foto: Harin Ullal, Central Electronics Ltd. (NREL PIX)

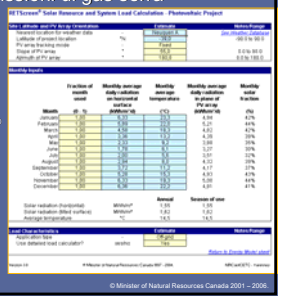
Sistema abbeveramento bestiame
Foto: Jerry Anderson, Northwest Rural Public Power District (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per i progetti fotovoltaici

RETScreen® International www.retscreen.net

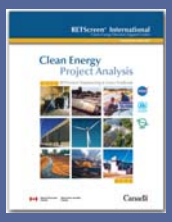
- Analisi globale di produzione o risparmio energetico, costi gestionali e riduzione delle emissioni di gas serra
  - In parallelo (reti centrali o isolate)
  - In isola (FV-batterie o FV-gruppi elettrogeno-batterie)
  - Pompaggio acqua
- Solo 12 dati mensili del RETScreen® contro gli 8.760 dei modelli che utilizzano simulazione oraria
- Attualmente non comprende:
  - Sistemi a concentrazione
  - Calcolo probabilità perdita di carico



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Calcolo energia FV RETScreen®

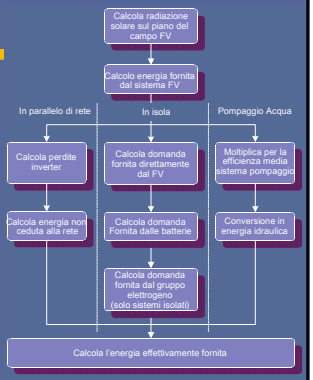
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi

Analisi progetti solari fotovoltaici

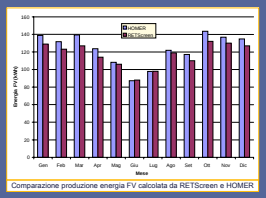

Calcola radiazione solare sul piano del campo FV
Calcolo energia fornita dal sistema FV
In parallelo di rete
In isola
Pompaggio Acqua
Calcola perdite inverter
Calcola domanda fornita direttamente dal FV
Moltiplica per la efficienza media sistema pompaggio
Calcola energia non ceduta alla rete
Calcola domanda Fornita dalle batterie
Conversione in energia idraulica
Calcola domanda fornita dal gruppo elettrogeno (solo sistemi isolati)
Calcola l'energia effettivamente fornita

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

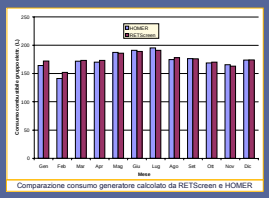
Esempio di convalida del modello RETScreen® per progetti FV

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Sistema FV composto da FV/generatore/batteria in Argentina comparato con la simulazione oraria HOMER
  - Carico da 500 W_{CA}
  - Campo FV da 1 kW_p, 60 kWh di batterie, 7,5 kW di gruppo elettrogeno, 1 kW di inverter



Comparazione produzione energia FV calcolata da RETScreen e HOMER



Comparazione consumo generatore calcolato da RETScreen e HOMER

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- FV per produzione energia elettrica in rete, isolata e per pompaggio acqua
- Il sole è disponibile in tutto il mondo
  - I sistemi FV possono essere installati in tutti i climi
- Costi capitali elevati
  - Costi ridotti per i sistemi isolati
  - Incentivi necessari per i sistemi collegati con la rete
- RETScreen® è uno strumento di calcolo su base mensile con un'accuratezza di risultati simili a quella dei simulatori su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti fotovoltaici
Corso internazionale RETScreen© per i progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI COGENERAZIONE

Analisi per progetti di cogenerazione

RETScreen® International — www.retscreen.net

Corso "Clean Energy Project Analysis"

Impianto di cogenerazione

Foto: Warren Gretz, DOE/NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada — Canada

Obiettivi

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Rivedere i principi dei sistemi di cogenerazione
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di progetti di cogenerazione
- Introdurre il modello RETScreen® per la cogenerazione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Cosa fornisce la cogenerazione?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Energia elettrica
- Calore
  - Edifici
  - Comunità
  - Processi industriali

...ma anche...

- Aumento efficienza energetica
- Riduzione emissioni
- Riduzione perdite distribuzione energia
- Opportunità di utilizzare teleriscaldamento
- Refrigerazione

Impianto a biomasse, USA

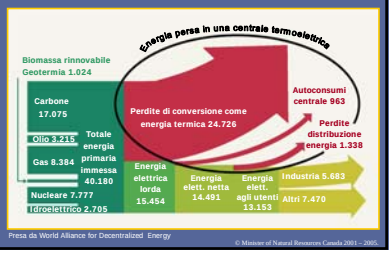
Foto: Andrew Carlin, Tracy Operators/NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Perché la cogenerazione?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Le centrali elettriche tradizionali sono inefficienti
  - Da metà a due terzi dell'energia è persa sotto forma di energia termica
  - Questa energia termica dispersa può essere invece utilizzata come calore di processo, riscaldamento ambienti e acqua, refrigerazione ecc.
- L'energia elettrica ha più valore del calore



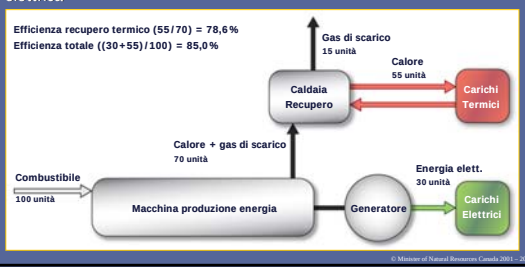
Presa da World Alliance for Decentralized Energy

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Il concetto della cogenerazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Produzione simultanea di due o più tipi di energia da una singola fonte energetica (anche detta: "cogenerazione")
- Utilizzo del calore recuperato dalla macchina di produzione di energia elettrica



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descrizione cogenerazione Apparecchiature e tecnologie

RETScreen® International www.retscreen.net

- Unità frigorifere
  - Chiller a compressione
  - Chiller ad assorbimento
  - Pompe di calore, ecc.
- Unità termiche
  - Caldaia / Forno / Riscaldatore
  - Recupero calore a perdere
  - Pompa di calore, ecc.
- Unità produzione energia
  - Turbogas
  - Turbogas ciclo combinato
  - Turbina vapore
  - Motore endotermico
  - Cella a combustibile, ecc.

Turbogas

Foto: Rolls-Royce plc

Gruppo frigorifero

Foto: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descrizione cogenerazione Combustibili

RETScreen® International www.retscreen.net

- Fossili
  - Gas naturale
  - Gasolio
  - Carbone, ecc.
- Rinnovabili
  - Residui legnosi
  - Gas da discarica
  - Biogas
  - Bioprodotti agricoli
  - Bagasse
  - Colture appositamente coltivate, ecc.
- Energia geotermica
- Idrogeno, ecc.

Biomassa per cogenerazione

Foto: Warren Gretz, DOE/NREL

Geyser geotermico

Foto: Joel Renner, DOE/ NREL PIX

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Descrizione cogenerazione Applicazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edifici singoli
- Commercio e industria
- Edifici multipli
- Teleriscaldamento (es. comunità)
- Processi industriali

Cogen. Municipio di Kitchener

Foto: Urban Ziegler, NRCan

Cogenerazione per teleriscaldamento, Svezia

Foto: Urban Ziegler, NRCan

Microturbina in una serra

Foto: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Sistemi teleriscaldamento

RETScreen® International www.retscreen.net

- Il calore di un impianto di cogenerazione può essere distribuito a più edifici circostanti per la loro climatizzazione
  - Le tubazioni coibentate vengono posizionate a 0,6 / 0,8 m sottoterra
- Vantaggi comparati ad edifici con ciascuno il proprio impianto:
  - Efficienza più elevata
  - Controllo delle emissioni di un singolo impianto
  - Sicurezza
  - Comfort
  - Convenienza gestionale
- Costi iniziali più elevati

Impianto teleriscaldamento

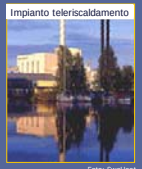


Foto: SweHeat

Tubazioni acqua calda

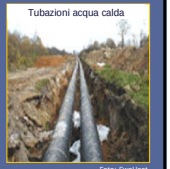


Foto: SweHeat

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Costi della cogenerazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- I costi sono variabili
- Costi iniziali
  - Tecnologia produzione energia elettrica
  - App. riscaldamento
  - App. refrigerazione
  - Connessioni elettriche
  - Vie d'accesso
  - Rete teleriscaldamento
- Costi gestionali
  - Combustibile
  - Gestione e manutenzione
  - Sostituzione e riparazione apparecchiature

Tipo apparecchiature RETScreen	Costo installato ($/kW)
Motore endotermico	700 – 2.000
Turbina a gas	550 – 2.500
Turbina a gas – ciclo combinato	700 – 1.500
Turbina a vapore	500 – 1.500
Sistema geotermico	1.800 – 2.100
Pila a combustibile	4.000 – 7.700
Turbina eolica	1.000 – 3.000
Turbina idroelettrica	550 – 4.500
Modulo fotovoltaico	8.000 – 12.000

Nota: valori in dollari canadesi al 1 gennaio 2005. Cambio circa 1 CAD = 0,81 USD e 1 CAD = 0,62 EUR

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Considerazioni progetto cogen.

RETScreen® International www.retscreen.net

- Fornitura combustibile affidabile e duratura
- I costi capitale devono essere tenuti sotto controllo
- Utilizzazione sia del calore sia dell'energia elettrica
  - Negoziare vendita energia elettrica alla rete se non totalmente utilizzata
- Normalmente l'impianto è dimensionato per il carico termico di base (minimo carico elettrico in condizioni normali di funzionamento)
  - Potenza termica generata generalmente uguale al 100%/200% della pot. elettrica
  - Il calore può essere utilizzato per generare freddo tramite assorbitori
- Rischi associati ai prezzi futuri dell'energia elettrica e del gas naturale

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

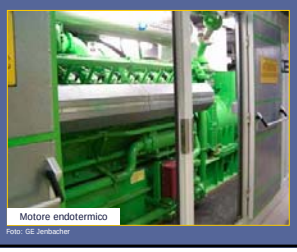
Esempio: Canada
Edifici Singoli

RETScreen® International www.retscreen.net

- Edifici che necessitano di calore, freddo ed energia elettrica
  - Ospedali, scuole, centri commerciali, aziende agricole, ecc.

Ospedale, Ontario, Canada

Foto: GE Jenbacher



Motore endotermico

Foto: GE Jenbacher

Generatore di vapore a recupero

Foto: GE Jenbacher

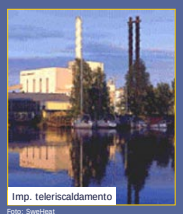
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Esempio: Svezia e Stati Uniti

Edifici multipli

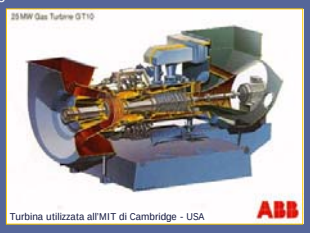
RETScreen® International www.retscreen.net

- Gruppo di edifici servito da impianto centralizzato di produzione di energia elettrica e calore
  - Università, complessi commerciali, comunità, complessi industriali ecc.
  - Sistema di teleriscaldamento



Imp. teleriscaldamento

Foto: SweHeat



Turbina utilizzata all'MIT di Cambridge - USA

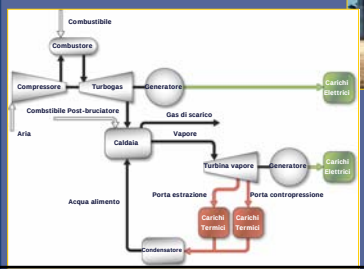
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Esempio: Brasile

Processi industriali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Industrie con elevata e costante domanda di calore e di freddo sono gli utenti ideali per la cogenerazione



Bagasse per calore di processo, Brazil

Foto: Ralph Overend/ NREL Pix

- Applicabile anche ad industrie che producono scarti che possono essere utilizzati per la produzione di calore e di energia elettrica

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Esempio: Canada e Svezia

Biogas da discarica

RETScreen® International www.retscreen.net

- La discarica produce metano dalla decomposizione dei rifiuti
- Questo gas può essere utilizzato come combustibile per produrre calore, freddo ed energia elettrica

Foto: Gaz Metropolitan

Imp. cogenerazione per teleriscaldamento, Svezia

Foto: Urban Ziegler, NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello RETScreen® per progetti di cogenerazione

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

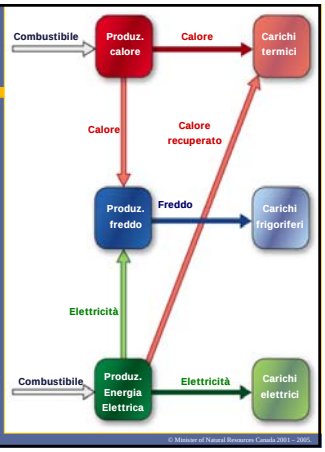
- Analisi globale di produzione d'energia, costi gestionali ed emissioni gas serra
  - Refrigerazione, riscaldamento, energia elettrica con tutte le combinazioni
  - Turbogas o turbine vapore, motori endoterimci, pile a combustibile, caldaie, compressori ecc.
  - Vasta gamma di combustibili, da quelli fossili alle biomasse e la geotermia
  - Varietà di strategie funzionali
  - Strumento per biogas da discarica
  - Sistemi di teleriscaldamento
- Include anche:
  - Scelta della lingua, dell'unità di misura e degli strumenti

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello RETScreen® per analisi cogenerazione

RETSCREEN® INTERNATIONAL

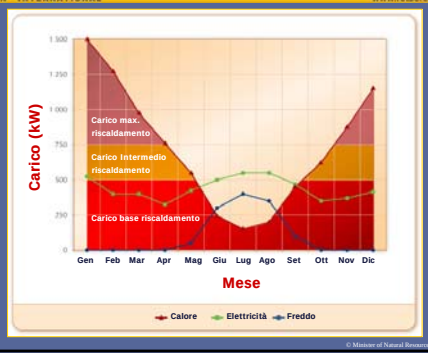
- Varie opzioni progettuali
  - solo energia termica
  - solo energia elettrica
  - solo energia frigorifera
  - Energia elettrica + termica
  - Energia elettrica + frigorifera
  - Energia termica + frigorifera
  - Energia elettrica + termica + frigorifera



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello RETScreen® cogenerazione Riscaldamento

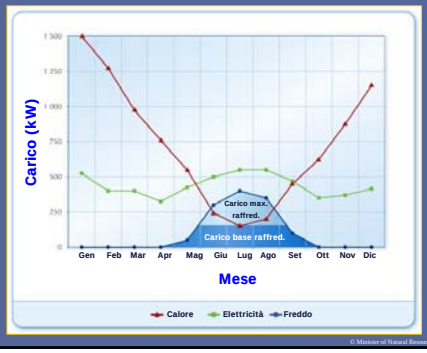
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello RETScreen® cogenerazione Raffreddamento

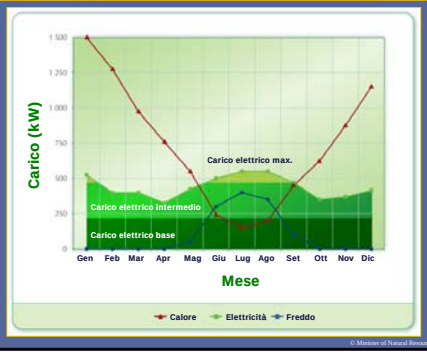
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Modello RETScreen® cogenerazione Elettricità

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

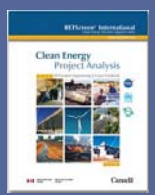


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

RETScreen® cogenerazione

Calcolo energetico

RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® ingegneria e casi studio

Analisi progetti di cogenerazione

Stima dei carichi e della domanda:
- Produzione energia termica;
- Produzione energia frigorifera; e/o
- produzione energia elettrica.

Definizione caratteristiche tecnologie da utilizzare

Calcolo energia generata e consumo corrispondente di combustibile

Schema a blocchi semplificato modello analisi cogenerazione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Esempio di convalida del modello RETScreen® per progetti di cogenerazione

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Convalida da parte di consulenti indipendenti (FVB Energy Inc.) e numerosi beta-tester tra i quali industries, società di produzione di energia elettrica, istituzioni pubbliche ed universitarie
- Il modello è stato confrontato con altri modelli e/o dati misurati con eccellenti risultati (es. calcolo dei rendimenti di turbine vapore comparato con il software di simulazione GateCycle della GE Energy)

Comparazione del calcolo di rendimento turbina vapore

Opzione	Portata ingresso P, T Kpph/psia/°F	Portata uscita P, T Kpph/psia/°F	Portata estrazione P, T Kpph/psia/°F	Efficienza	Potenza Gate Cycle MW	Potenza RETScreen MW
1	50/1000/750	40/14/210	10/60/293	80%	3.896	3.883
2	50/1000/545	50/60/293	0	80%	2.396	2.404
3	50/450/457	50/60/293	0	80%	1.805	1.827
4	50/450/457	50/14,7/212	0	81%	2.913	2.915

Kpph = 1.000 lb/h

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Con la cogenerazione è possibile utilizzare efficientemente calore che altrimenti andrebbe sprecato
- Il modulo RETScreen calcola la domanda energetica e le curve di carico, l'energia fornita ed il consumo di combustibile sulla base di varie combinazioni di funzionamento: con riscaldamento e/o raffredamento e/o produzione di energia elettrica immettendo dati minimi
- Grazie al modulo RETScreen è possibile risparmiare per la preparazione di studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Domande?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Modulo per analisi di progetti di cogenerazione
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni si prega di visitare il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO A BIOMASSA

Analisi progetti di riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite

Impianto teleriscaldamento a biomassa, Svezia

Foto: Bioenerginovator

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rivedere le basi dei sistemi di riscaldamento a biomassa
- Illustrare gli aspetti chiave per l'analisi di progetti di riscaldamento a biomassa
- Presentare il modello RETScreen® per l'analisi di progetti di riscaldamento a biomassa

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa forniscono i sistemi di riscaldamento a biomassa?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Calore per
  - Edifici
  - Comunità
  - Processi industriali

…ma anche…

  - Creazione posti di lavoro
  - Utilizzo materiali di scarto
  - L'opportunità di usare teleriscaldamento e calore di recupero

Impianto teleriscaldamento a semi di girasole, Germania

Foto: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descrizione sistemi di riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Produzione calore
  - Sistema di recupero calore
  - Sistema di combustione biomassa per i carichi di base
  - Sistema di riscaldamento per integrazione (picchi)
  - Sistema opzionale per riscaldamento di emergenza
- Distribuzione calore
  - A 2 tubi: mandata e ritorno
  - Per edifici singoli o multi-utenze in teleriscaldamento
- Alimentazione combustibile
  - Sistemi di trasporto, ricevimento e stoccaggio combustibile
  - Trasferimento combustibile dal serbatoio giornaliero alla caldaia

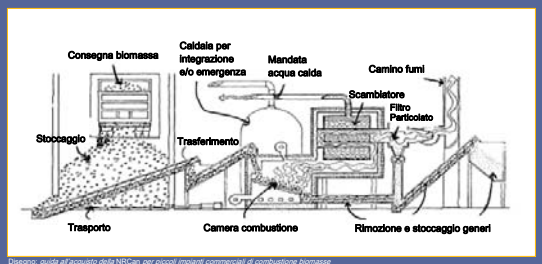
Balle di biomassa legnosa di piccolo diametro, Finlandia

Foto: Bioenergia Suomessa

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Descrizione sistemi di riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net



Disegno: *guida all'acquisto della NRCan per piccoli impianti commerciali di combustione biomasse*

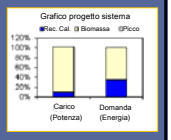
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

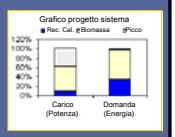
Sistemi per carico di picco e carico di base

RETScreen® International www.retscreen.net

Gli impianti a biomassa possono essere dimensionati per:

- Carico di picco
  - Maggiore uso di biocombustibile rispetto al combustibile fossile
  - Impianto più grande e costoso
  - Rendimento più basso ai carichi parziali
- Carico di base
  - Rendimento più elevato
  - Minor costo iniziale
  - Sistema tradizionale necessario per l'intregrazione ai carichi di picco





© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Teleriscaldamento

RETScreen® International www.retscreen.net

- Il calore da un impianto centralizzato può essere distribuito ad utenze multiple per riscaldamento ed acqua calda sanitaria
  - Tubazioni in acciaio coibentate ed interrate tra 0,6 e 0,8 m sottoterra
- Vantaggi rispetto agli impianti autonomi:
  - Maggiore efficienza
  - Minori emissioni inquinanti
  - Sicurezza
  - Comfort
  - Convenienza gestionale
- Elevati costi iniziali
- Necessitano di più attenzioni rispetto ai combustibili fossili

Impianto teleriscaldamento

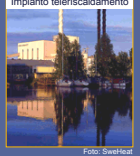


Foto: SweHeat

Tubazioni impianto teleriscaldamento

Foto: SweHeat

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Biomasse combustibili

RETScreen® International www.retscreen.net

- Le biomasse combustibili comprendono:
  - Legno e scarti del legno (trucioli, segatura, pellet, cippato)
  - Scarti agricoli (paglia, lolla, pula, deiezioni animali)
  - Coltivazioni energetiche (pioppi ibridi, switchgrass, salici)
  - Rifiuto solido urbano (RSU)
- Considerazioni importanti
  - Potere calorifico ed umidità
  - Affidabilità, sicurezza e stabilità dei prezzi
  - Insfrastrutture per il trasporto e lo stoccaggio

Legna per combustione

Foto: ECOMatters Inc

Gusci di noce per combustione

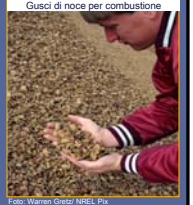


Foto: Warren Gretz/ NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Aspetti ambientali delle biomasse combustibili

RETScreen® International www.retscreen.net

- Se coltivate in maniera sostenibile:
  - Nessuna produzione di gas serra
- Il basso contenuto di solfuri riduce le piogge acide
- Emissioni locali
  - Particolato
  - Inquinanti gassosi
  - Tracce di agenti cancerogeni
  - Possono essere soggetti ad autorizzazioni locali

Cippato

Foto: Bioenerginovator

Bagasse

Foto: Warren Gretz/NREL Pix

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi di costo di impianti di riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Per un sistema da 150 kW per riscaldare un edificio da 800 m²:

	Gasolio	Cippato
Costi iniziali	$21.000	$80.000
Manutenzione e conduzione annuale	$1.000	$8.000
Costo annuale combustibile	$18.000	$1.700

- Elevati costi iniziali ma costo combustibile potenzialmente inferiore:

	Prezzo	Costo calore ($/GJ)
Elettricità	$0,08/kWh	22,50
GPL	$0,40/L	15,60
Gasolio	$0,30/L	8,50
Gas naturale	$0,20/m³	5,80
Risidui dai molini	$10/t	1,70
Biomassa boschiva	$40/t	6,70

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni per i progetti con l'utilizzio di biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

- Disponibilità, qualità e prezzo della biomassa contro i combustibili fossili
  - Futuro utilizzo della biomassa per usi non energetici (es. polpa)
  - Contratti a lunga scadenza
- Spazio disponibile per la consegna e lo stoccaggio della biomassa e per l'installazione di caldaie più grandi
- Necessità di conduttori più qualificati
  - Movimentazione combustibile ed il trattamento delle ceneri
- Legislazione ambientale circa la qualità dell'aria ed il trattamento delle ceneri
- Aspetti assicurativi e di sicurezza

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Austria, Germania e Slovenia
Sistemi energetici per comunità

RETScreen® International www.retscreen.net

- Gruppi di edifici incluso scuole, ospedali e quartieri residenziali

Centrale teleriscaldamento converita da combustibile fossile a biomassa, Slovenia

Caldaia a legna

Foto: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing-und Entwicklungs-Netzwerk

Alimentatore automatico biomassa

Foto: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio: Canada

Edifici pubblici e commerciali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Impianti autonomi per la produzione del calore necessario con le biomasse
  - Pubblico: scuole, ospedali, edifici comunali
  - Commerciale: centri commerciali, garage ecc.

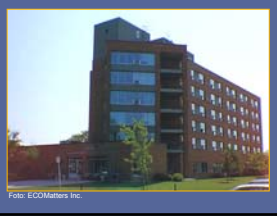


Foto: ECOMatters Inc.

Piccolo impianto di riscaldamento a biomassa, Canada

Foto: Grove Wood Heat

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Brasile e Stati Uniti

Calore di processo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Spesso utilizzato dove la biomassa e prodotta e dove il calore è necessario
  - Segherie, zuccherifici e fabbriche di alcool, industrie produttrici di mobili, essiccazione per lavorazioni agricole.

Canna da zucchero per calore di processo, Hawaii

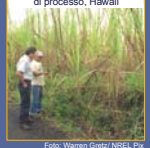


Foto: Warren Gretz/ NREL Pix

Bagasse per calore di processo, Brasile

Foto: Ralph Overend/ NREL Pix

Interno di camera di combustione

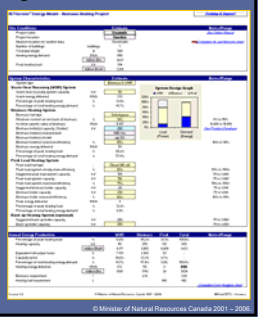
Foto: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per i progetti di riscaldamento a biomassa

RETScreen® International www.retscreen.net

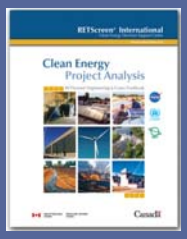
- Analisi globale di produzione energetica, costi di esercizio e riduzione emissioni gas serra
  - Edifici singoli ed interi quartieri alimentati da teleriscaldamento
  - Analisi biomassa, carico di picco, integrazione termica e recupero termico
  - Dimensionamento ed analisi costi di reti di teleriscaldamento
- Attualmente non compreso:
  - Grande teleriscaldamento (> 2,5 MW)
    - Utilizzo del modello di cogenerazione



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Calcolo energia da biomassa RETScreen®

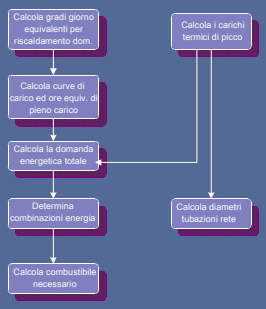
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi Studio

Analisi progetti di riscaldamento a biomassa

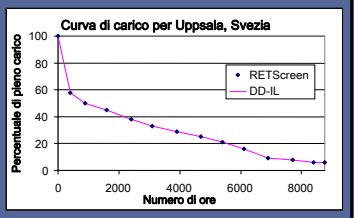

Calcola gradi giorno equivalenti per riscaldamento dom.
Calcola i carichi termici di picco
Calcola curve di carico ed ore equiv. di pieno carico
Calcola la domanda energetica totale
Determina combinazioni energia
Calcola diametri tubazioni rete
Calcola combustibile necessario

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida progetto di riscaldamento a biomassa con RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Calcolo della curva di carico
  - Comparato con il modello svedese DD-IL per 4 città europee e nord americane
- Dimensionamento tubazioni rete teleriscaldamento
  - Comparato con il programma ABB R22 con buoni risultati
- Potere calorifico del legno
  - Comparato con 87 campioni di legno del Canada orientale
  - Stima di RETScreen® per gli scarti del legno dentro il 5% dei dati campione



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- I costi di energia termica da biomassa può essere molto inferiore rispetto ai costi energetici convenzionali, anche quando vengono considerati i costi iniziali d'investimento più elevati degli impianti a biomassa.
- RETScreen® calcola le curve di carico, la biomassa necessaria, la potenza di picco dell'impianto, i diametri delle tubazioni di reti di teleriscaldamento, tutto con una minima immissione di dati.
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per gli studi di prefattibilità.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti di riscaldamento a biomassa
Corso RETScreen® per l'analisi di progetti internazionali con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE DELL'ARIA

Analisi di progetti per riscaldamento solare dell'aria

RETScreen® International — www.retscreen.net

Corso analisi progetti con energie pulite

Impianto industriale riscaldamento solare dell'aria, Quebec, Canada

Foto: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada — Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Rivedere i principi degli impianti di riscaldamento solare dell'aria (RSA)
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di progetti di RSA
- Presentare il modello RETScreen® per i progetti di RSA

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa fornisce un impianto di RSA?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Ventilazione aria calda
- Aria calda di processo

…ma anche…

- Rivestimento resistente agli agenti atmosferici
- Ridotte perdite di calore attraverso le pareti
- Ridotta stratificazione
- Migliore qualità dell'aria
- Ridotti problemi di pressione negativa

Scuola, Yellowknife, Canada

Foto: Arctic Energy Alliance

Collettore solare

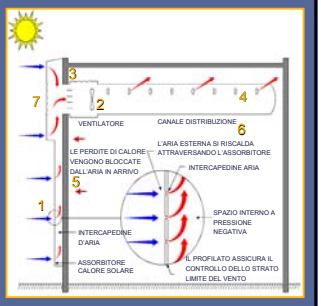
Foto: Enermodal Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Funzionamento impianto RSA

RETScreen® International www.retscreen.net

1. L'assorbitore scuro e perforato cattura l'energia solare
2. Il ventilatore aspira l'aria dal collettore e del canopy
3. I controlli regolano la temperatura
   - Serrande
   - Riscaldamento ausiliario
4. L'aria è distribuita nell'edificio
5. La perdita di calore è recuperata
6. Destratificazione
7. Serranda by-pass estivo

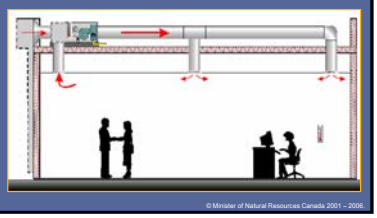


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi RSA residenziali e commerciali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Due tipi di sistemi
  - Ventilazione dedicata (appartamenti e scuole)
  - Riscaldamento, raffreddamento e ventilazione con 10-20% di aria primaria (esterna)
- Il collettore del RSA viene collegato a ventilatori e canalizzazioni standard
- Riscaldamento standard per integrazione se richiesto
- Nessuna destratificazione
- L'economizzatore permette di usare più aria esterna

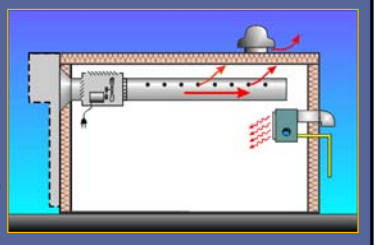


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi RSA industriali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Per ventilazione all'interno di stabilimenti, magazzini ecc.
- Canale in tessuto forato per distribuzione aria a livello del soffitto
- Controllo temperatura: miscelazione aria esterna con quella ricircolata; aggiungere riscaldamento se necessario
- Destratificazione: l'aria fredda si miscela con l'aria l'aria calda del soffitto e scende



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Sistemi RSA per calore di processo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Collettore montato su qualsiasi superficie conveniente
- Uscita del collettore collegata alla canalizzazione di processo
- La temperatura può essere regolata con
  - Riscaldamento convenzionale
  - Serranda di bypass
- Essiccazione raccolto
  - necessita di basse temperature per non rovinare il raccolto
- Preriscaldamento aria per processi industriali

Area essiccazione tè, Java ovest, Indonesia

Foto: Conserval Engineering

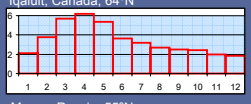
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Risorsa solare / richiesta di riscaldamento aria

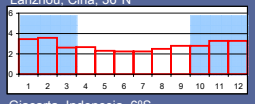
RETScreen® International www.retscreen.net

Ore solari di picco quotidiane sulla superficie del collettore

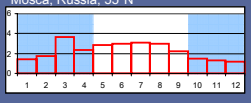
Iqaluit, Canada, 64°N



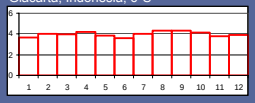
Lanzhou, Cina, 36°N



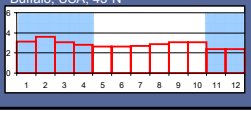
Mosca, Russia, 55°N



Giacarta, Indonesia, 6°S



Buffalo, USA, 43°N



- I mesi con la temperatura media < 10°C sono ombreggiati
- Superfici verticali esposte a sud ad accezione di Giacarta (orizzontale)
- Frazione del mese d'utilizzo

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Costi e risparmi dei sistemi RSA

RETScreen® International www.retscreen.net

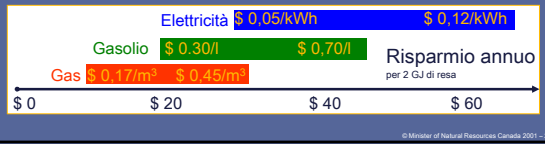
Energia ricevuta:

- da 1 a 3 GJ/anno

Costi d'installazione:

- Collettore: da $ 100 a $ 250/m²
- Sistema ventilazione: da $ 0 a $ 100/m²
- Totale: da $ 100 a $ 350/m²

meno il costo del rivestimento standard



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni per il sistema di riscaldamento solare dell'aria

RETScreen® International www.retscreen.net

- Più economico in nuove costruzioni o in ristrutturazioni
  - Costi evitati del rivestimento
  - Assicurarsi che il sistema di ventilazione esistente può essere collegato ad un sistema di riscaldamento solare dell'aria.
- La maggior parte dei colori scuri hanno un assorbimento del 0,80-0,95
  - Aspetti architettonici molto importanti
- Più economico in caso di elevata occupazione
- Può essere installato intorno alle finestre ed alle porte
- Possono essere utilizzati i ventilatori e le canalizzazioni esistenti
- Bassa manutenzione o inesistente

Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Canada e Stati Uniti

Sistemi di riscaldamento aria ventilazione

RETScreen® International www.retscreen.net

- Qualità dell'aria migliorata con costi ridotti
- Le dimensioni vanno da pochi m^2 a 10.000 m^2
- I canali devono essere installati vicino alla facciata sud
- Ammortamento tipico da 2 a 5 anni
- I sistemi industriali hanno di solito tempi di ammortamento più rapidi

Condominio, Ontario, Canada

Collettore marrone in edificio industriale, Connecticut, USA

Classe mobile, Ontario, Canada

Foto: Conserval Engineering

Foto: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio: Indonesia

Sistema riscaldamento di processo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Normalmente sistemi a portata costante con controlli molto semplici
- Usati per essiccazione raccolti che sono coltivati durante tutto l'anno
- Miglio se la stagione con più insolazione coincide con la stagione del raccolto

Sito essiccazione tè, Java ovest, Indonesia

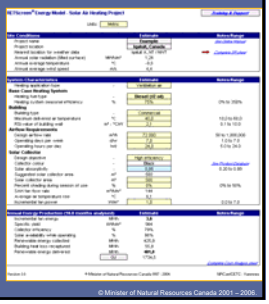
Foto: Conserval Engineering

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per progetti di riscaldamento solare dell'aria

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

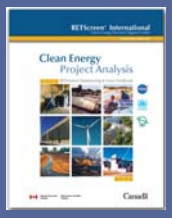
- Analisi globale di produzione energetica, costi gestionali e riduzione emissioni di gas serra
  - Ventilazione aria
  - Riscaldamento di processo
  - Recupero calore
  - Destratificazione
- Solo 12 dati mensili del RETScreen® contro gli 8.760 dei modelli che utilizzano simulazione oraria
- Attualmente non comprende:
  - Sistemi avanzati HRV
  - Tecnologie non Solarwall®
  - Sistemi di ventilazione sbilanciati



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen®
Calcolo energia RSA

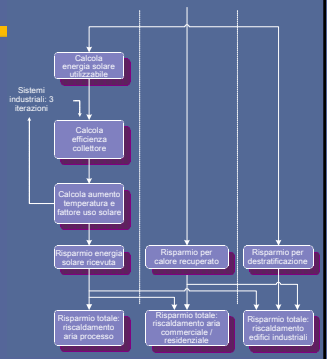
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e casi

Analisi progetti riscaldamento solare dell'aria


Sistemi industriali: 3 iterazioni
Calcola energia solare utilizzabile
Calcola efficienza collettore
Calcola aumento temperatura e fattore uso solare
Risparmio energia solare ricevuta
Risparmio per calore recuperato
Risparmio per destratificazione
Risparmio totale: riscaldamento aria processo
Risparmio totale: riscaldamento aria commerciale / residenziale
Risparmio totale: riscaldamento edifici industriali

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida del modello RETScreen® per progetti RSA

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Comparazione con SWift™	RETScreen	SWift	Differenza
	[kWh/m²/g]	[kWh/m²/g]	
Toronto, Ontario, Canada			
Industriale (Elev. Aumento temp.)	1,23	1,21	2%
Industriale (Elevata efficienza)	1,64	1,79	-8%
Commerciale (Elevata efficienza)	1,39	1,28	9%
Winnipeg, Manitoba, Canada			
Industriale (Elev. Aumento temp.)	1,40	1,64	-15%
Industriale (Elevata efficienza)	2,00	2,20	-9%
Commerciale (Elevata efficienza)	2,03	1,93	5%

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Il RSA fornisce riscaldamento aria di ventilazione e di processo
- Tutti i luoghi del mondo hanno energia solare a disposizione quando il riscaldamento dell'aria è richiesto
- Il RSA può essere utilizzato come rivestimento resistente agli agenti atmosferici e può essere collegato ai sistemi di ventilazione tradizionali
- Per il RSA, il RETScreen® calcola
  - L'energia raccolta, l'efficienza e l'aumento di temperatura
  - Recupero del calore perso attraverso le pareti
  - Ridotte perdite di calore grazie alla destratificazione
- RETScreen® è uno strumento di calcolo su base mensile con un'accuratezza di risultati simili a quella dei simulatori su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti di riscaldamento solare dell'aria
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi i progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE DELL'ACQUA

Analisi progetti di riscaldamento solare dell'acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

Corso analisi di progetti con energie pulite

Collettori solari piani vetrati, Ontario, Canada

Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Obiettivi

RETScreen® International www.retscreen.net

- Rivedere i principi del riscaldamento solare dell'acqua (RS Acqua)
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di progetti di RS Acqua
- Presentare il modello RETScreen® per i progetti di RS Acqua

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa forniscono i sistemi di RS Acqua?

RETScreen® International www.retscreen.net

- Acqua calda sanitaria
- Calore di processo
- Riscaldamento piscine

…ma anche…

- Grandi utilizzi di acqua calda
- Prolungati utilizzi di piscine

Centro conferenze, Bethel, Lesoto

Foto: Vadim Belotserkovsky

Centro residenziale, Kungsbacka, Svezia

Foto: Alpo Winberg/ Solar Energy Association of Sweden

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componenti di un sistema di RS Acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

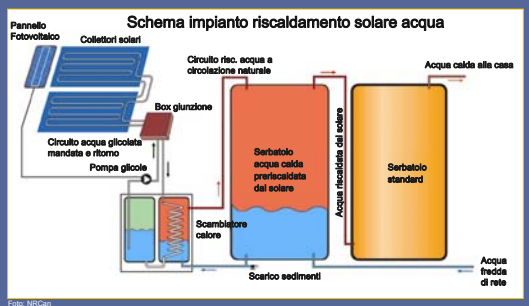


Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Collettori solari non vetrati

RETScreen® International www.retscreen.net

- Basso costo
- Bassa temperatura
- Robusto
- Leggeri
- Riscaldamento piscine stagionale
- Bassa pressione
- Basso rendimento in climi caldi e ventosi

Collettore solare non vetrato
Fori regolazione portata
La scanalatura di flusso consente una portata equa attraverso i tubi
Ingresso scanalatura
Tubo collettore da 2 "
Portata dalla piscina

Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Collettori solari piani vetrati

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo moderato
- Funzionamento ad alta temperatura
- Può funzionare alla stessa pressione della rete idrica
- Più pesante e più fragile

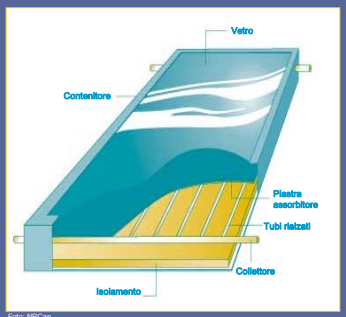


Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Collettori a tubi sottovuoto

RETScreen® International www.retscreen.net

- Costo più alto
- Nessuna perdita per convezione
- Alta temperatura
- Climi freddi
- Fragili
- L'installazione può essere più complicata
- La neve è un problema minore

Foto: NRCan

Tubo sviluppato e costruito in Cina

Foto: Nautilus

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Riscaldamento solare dell'acqua in climi diversi

RETScreen® International www.retscreen.net

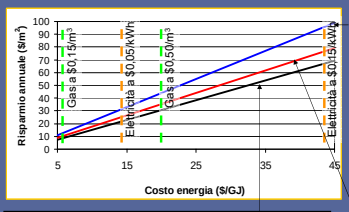
- Per un sistema di riscaldamento solare di acqua calda sanitaria con 6 m² di collettore solare vetrato, una richiesta di 300 l/giorno di acqua calda a 60°C e 300 l di accumulo la frazione solare è:

21% a Tromsø, Norvegia (70ºN)	81% a Matam, Senegal (16ºN)
40% a Yellowknife, Canada (62ºN)	59% a Puerto Limón, Costa Rica (10ºN)
32% a Varsavia, Polonia (52ºN)	59% a Giacarta, Indonesia (6ºS)
51% a Harbin, Cina (46ºN)	86% a Huancayo, Perù (12ºS)
67% a Sacramento, USA (39ºN)	69% a Harare, Zimbabwe (18ºS)
39% a Tokio, Giappone (36ºN)	65% a Sydney, Australia (34ºS)
78% a Marrakech, Marocco (32ºN)	39% a Punta Arenas, Cile (53ºS)
75% a Be'er-Sheva, Israele (31ºN)	

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi di costi e benefici dei sistemi solari di riscaldamento acqua

RETScreen® International www.retscreen.net



Sistema vetrato, tutto l'anno (con accumulo)

La Paz, Bolivia
2,2 GJ/m²
$400/m²

Sistema con tubi sottovuoto, tutto l'anno (con accumulo)

Copenhagen, Danimarca
1,8 GJ/m²
$1.000/m²

Non vetrato, solo estate, riscaldamento piscina

Montreal, Canada
1,5 GJ/m²
$150/m²

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Progetti di riscaldamento solare acqua Considerazioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Fattori importanti per la fattibilità dei progetti:
  - Grande domanda di acqua calda per ridurre l'importanza dei costi fissi
  - Alti costi energetici (es. gas naturale non disponibile)
  - Fornitura di energia convenzionale non affidabile
  - Grande interesse ambientale da parte dei proprietari degli edifici o delle società di gestione calore

- I carichi di acqua calda prevalentemente diurni richiedono serbatoi più piccoli
- Costi più bassi per i sistemi utilizzati stagionalmente in confronto ai sistemi più costosi utilizzati tutto l'anno
- Manutenzione simile a qualsiasi sistema idraulico, ma l'utente deve impegnarsi per tempi più lunghi per la manutenzione ed eventuali riparazioni

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Australia, Botswana e Svezia
Sistemi per acqua calda sanitaria

RETScreen® International www.retscreen.net

- In rete, necessitano di utenti convinti
  - Possono avere dei lunghi tempi di ammortamento se i costi energetici sono bassi
  - I sistemi forniscono dal 20 all'80% dell'acqua calda necessaria
- Reti isolate o dove la fornitura di energia è inaffidabile

Circolazione naturale, Australia

Foto: The Australian Greenhouse Office

Case, Malmö, Svezia

Foto: Marie Andrén, Solar Energy Association of Sweden

Casa per staff medico in area rurale, Botswana

Foto: Vadim Belotserkovsky

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Stati Uniti e Canada
Sistemi per piscine

RETScreen® International www.retscreen.net

- Collettori non vetrati a basso costo
  - Piscine estive in climi freddi
  - Allungano la stagione in climi caldi
  - Per uso estivo in piscine usate tutto l'anno in climi freddi
  - Possono avere tempi di ammortamento da 1 a 5 anni
- Collettori vetrati per piscine usate tutto l'anno
- Sistemi di filtraggio utilizzati come pompe

Piscina, USA

Foto: Aquatherm Industries/ NREL Pix

Sistema per piscina comunale, Ontario, Canada

Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Grecia e Canada
Sistemi riscaldamento acqua commerciali ed industriali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Hotel/motel, appartamenti e palazzine uffici
- Ospedali e case di cura
- Lavaggi auto, lavanderie automatiche, ristoranti
- Centri sportivi, scuole, docce
- Acquacoltura, altre piccole industrie

Hotel, Agio Nikolaos, Creta

Foto: Regional Energy Agency of Crete/ISES

Acquacoltura, British Columbia, Canada

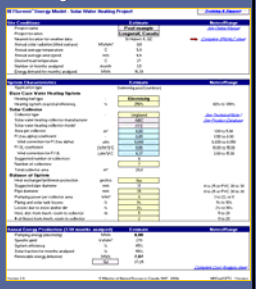
Foto: NRCan

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per progetti di riscaldamento solare dell'acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

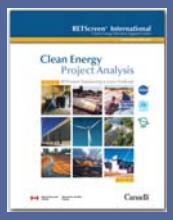
- Analisi globale di produzione energetica, costi gestionali e riduzione emissioni gas serra
  - Collettori vetrati, senza vetro e con tubi sottovuoto
  - Piscine coperte o esterne (con o senza copertura)
  - Sistemi acqua calda sanitaria (con o senza accumulo)
- Solo 12 dati mensili del RETScreen® contro gli 8.760 dei modelli che utilizzano simulazione oraria
- Attualmente non comprende:
  - Cambi nei carichi quotidiani di acqua calda sanitaria
  - Sistemi stand-alone per acqua calda sanitaria
  - Sistemi senza accumulo per alte frazioni solari
  - Inseguimento solare, concentratore e collettori solari integrati



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen®
Calcolo energia RS Acqua

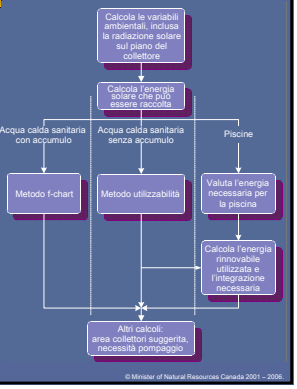
RETScreen® International



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e casi

Analisi progetti riscaldamento solare dell'acqua


Calcola le variabili ambientali, inclusa la radiazione solare sul piano del collettore
Calcola l'energia solare che può essere raccolta
Acqua calda sanitaria con accumulo
Acqua calda sanitaria senza accumulo
Piscine
Metodo f-chart
Metodo utilizzabilità
Valuta l'energia necessaria per la piscina
Calcola l'energia rinnovabile utilizzata e l'integrazione necessaria
Altri calcoli: area collettori suggerita, necessità pompaggio

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

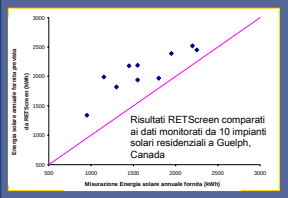
Esempio di convalida del modello RETScreen® per progetti per RS Acqua

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

RETScreen® comparato a:

- WATSUN per un sistema residenziale per acqua calda sanitaria a Toronto, Canada

	RETScreen	WATSUN	Diff.
Radiazione incidente (GJ)	24,34	24,79	-1,8%
Carico (GJ)	19,64	19,73	-0,5%
Energia fornita (GJ)	8,02	8,01	0,1%
Ore funz. pompa (h)	1.874	1.800	4,1%



Risultati RETScreen comparati ai dati monitorati da 10 impianti solari residenziali a Guelph, Canada

- ENERPOOL per una piscina estiva da 48 m² a Montreal, Canada
  - Discostamento dei valori di energia necessaria non superiore al 2%
- Dati monitorati di una piscina estiva da 1.200 m² a Möhringen, Germania
  - Discostamento dei valore di energia necessaria non superiore al 3% e al 14% per l'energia fornita

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- I collettori senza vetro, vetrati e con tubi sottovuoto forniscono acqua calda per molti utilizzi in molti climi diversi
- Gli elevati utilizzi di acqua calda sanitaria, gli alti costi energetici e l'impegno dei proprietari/gestori sono fattori importanti per la fattibilità di questi impianti
- RETScreen© calcola:
  - il carico per acqua calda sanitaria ed il carico per il riscaldamento di piscine
  - l'efficienza dei sistemi di riscaldamento delle piscine e di acqua calda sanitaria con e senza sistema di accumulo
- RETScreen® è uno strumento di calcolo su base mensile con un'accuratezza di risultati simili a quella dei simulatori su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per studi di fattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti di riscaldamento solare dell'acqua
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISCALDAMENTO SOLARE PASSIVO

Analisi progetti di riscaldamento solare passivo

RETScreen® International — www.retscreen.net

Corso per l'analisi di progetti con energie pulite

Riscaldamento solare passivo residenziale, Francia

Foto: Pamm McFadden (NREL Pix)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada — Canada

Obiettivi

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Rivedere i principi del riscaldamento solare passivo (RSP)
- Illustrare le considerazioni chiave per l'analisi di progetti di RSP
- Presentare il modello RETScreen® per i progetti di RSP

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa fornisce il RSP?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Dal 20 al 50% della richiesta termica

...ma anche...

- Miglior comfort
- Migliore illuminazione
- Abbattimento dei carichi frigoriferi e relativi costi
- Ridotta condensa sulle finestre
- Impianti di riscaldamento/raffreddamento più piccoli

RSP progettato per edificio residenziale, Germania

Foto: Fraunhofer ISE (from Siemens Research and Innovation Website)

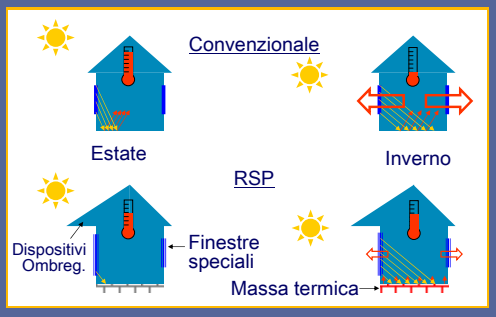
Edificio NREL a Golden, Colorado

Foto: Warren Gretz (NREL Pix)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Principio di funzionamento del RSP

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net



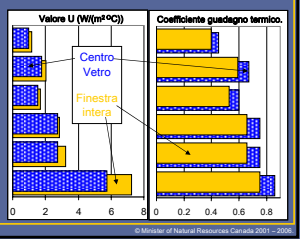
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Tecnologia finestre speciali

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Doppio/triplo vetro
- Bassa emissività
- Riempimento gas inerte
- Intercapedini isolanti
- Infissi termo-isolati

Strati	e	Riem.	Intercap.	Infisso
3	0,1	Inerte	Isolata	Legno
3	0,8	Aria	Allumin.	Legno
2	0,1	Inerte	Isolata	Legno
2	0,8	Aria	Allumin.	Legno
2	0,8	Aria	Allumin.	Alluminio
1	0,8	-	-	Alluminio



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Ombreggiamento e massa termica

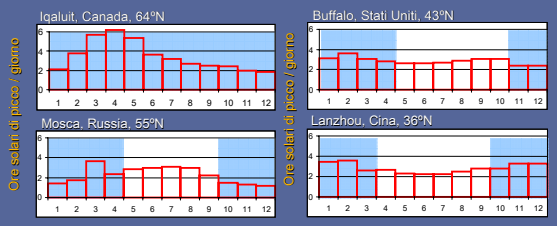
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- L'ombreggiamento previene il surriscaldamento estivo
  - Sporgenze sui tetti esposti a sud per quando il sole è alto
  - Alberi vicino agli edifici ed alle strutture
  - Schermi, persiane, finestre a ribalta, finestre rientrate, ecc.
- La massa termica immagazzina il calore, diminuendo le variazioni di temperatura
  - Se l'area della finestra esposta a sud è di un 8-10% maggiore dell'area riscaldata di pavimento, una costruzione leggera tradizionale avrà una temperatura interna superiore
  - Utilizzo di pareti e soffitti in doppio gyproc, pavimenti in ceramica, camini in mattoni ecc.
- Si utilizzano sistemi attivi per distribuire il calore nell'edificio

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Risorsa solare/Richiesta di calore per riscaldamento

RETScreen® International www.retscreen.net


Iqaluit, Canada, 64ºN
Buffalo, Stati Uniti, 43ºN
Mosca, Russia, 55ºN
Lanzhou, Cina, 36ºN
Ore solari di picco / giorno
Ore solari di picco / giorno

- I mesi con una temperatura media minore o uguale a 10°C sono ombreggiati

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi di costi e di risparmio con il RSP

RETScreen® International www.retscreen.net

Casa canadese monofamiliare

- Costi aggiuntivi vetro
  - Dal 5 al 35%
  - Da $400 a $2.000 per casa
- Risparmio dal 20 al 50% dei costi per il riscaldamento
  - Gas $0,25/m³ da $150 a $380 all'anno
  - Gasolio $0,35/l da $210 a $520 all'anno
  - Elettricità $0,06/kWh da $270 a $680 all'anno

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni per i progetti di riscaldamento solare passivo

RETScreen® International www.retscreen.net

- Più economico se inserito in nuove costruzioni
  - Libertà di orientare le finestre verso sud ed evitare l'esposizione ad ovest
  - La potenza installata per il riscaldamento risulta inferiore

- Economico anche per le ristrutturazioni se era previsto comunque il cambio dei vetri
- Più economico nei casi dove il carico termico è superiore al carico frigorifero
  - Le case basse in climi temperati/freddi sono i casi migliori
  - Gli edifici commerciali ed industriali hanno elevati carichi interni
- Considerare le finestre come elemento importante insieme al resto dei materiali ed elementi costruttivi

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Canada e Stati Uniti

Edifici a basso consumo energetico

RETScreen® International www.retscreen.net

- Tecniche solari passive incorporate in edifici dall'estetica tradizionale
- Gli aspetti finanziari non sempre i più importanti: comfort, abbattimento acustico, qualità della vita ed ambiente

Buon ombreggiamento e finestre innovative, USA

Foto Hickory Corporation (NREL Pix)

Casa a Waterloo Green, Ontario, Canada

Foto: Waterloo Green Home

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Germania e Lesotho

Case solari autosufficienti

RETScreen® International www.retscreen.net

- Più vetrate, più massa termica e più controllo della distribuzione dell'aria
- La domanda di riscaldamento può essere soddisfatta dall'energia solare
- Le finestre innovative permettono maggiore flessibilità per la dislocazione e per l'apporto di calore dovuto alla radiazione solare diffusa

Casa solare, Thaba-Tseka, Lesoto

Foto: Vadim Belotserkovsky

Casa solare, Friburgo, Germania

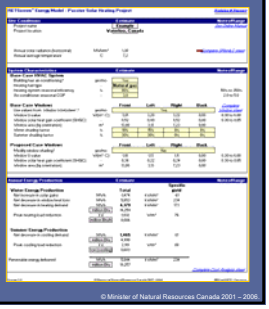
Foto: Fraunhofer ISE
(from Siemens Research and Innovation Website)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per i progetti di riscaldamento solare passivo

RETScreen® International www.retscreen.net

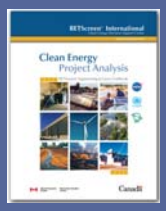
- Analisi globale di produzione o risparmio energetico, costi gestionali e riduzione delle emissioni di gas serra
  - Per piccole case e piccoli edifici commerciali
  - Climi dove il riscaldamento è prevalente
  - Apporto e perdita calore dalle finestre
  - Effetti medi dell'ombreggiamento
- Solo 12 dati mensili del RETScreen® contro gli 8.760 dei modelli che utilizzano simulazione oraria
- Attualmente non incluso:
  - Finestre non verticali
  - Effetto istantaneo dell'ombreggiamento
  - Massa termica specificata dall'utente



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Calcolo energetico RETScreen® per il RSP

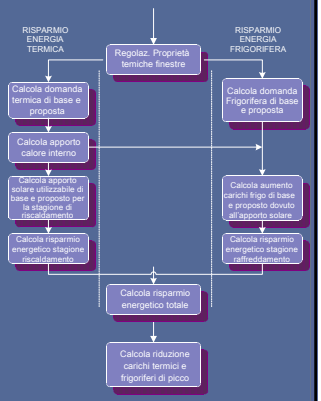
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi

Analisi progetti di riscaldamento solare passivo

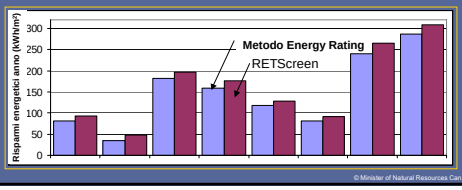

RISPARMIO ENERGIA TERMICA
Regolaz. Proprietà termiche finestre
RISPARMIO ENERGIA FRIGORIFERA
Calcola domanda termica di base e proposta
Calcola domanda Frigorifera di base e proposta
Calcola apporto calore interno
Calcola apporto solare utilizzabile di base e proposto per la stagione di riscaldamento
Calcola aumento carichi frigo di base e proposto dovuto all'apporto solare
Calcola risparmio energetico stagione riscaldamento
Calcola risparmio energetico stagione raffreddamento
Calcola risparmio energetico totale
Calcola riduzione carichi termici e frigoriferi di picco

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida per il modello RETScreen® sul RSP

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- RETScreen® comparato al HOT2-XP per un caso tipico di una casa in legno da 200 m²
  - Doppi vetri sostituiti con doppi vetri basso emissivi con intercapedine riempita con gas argon
  - RETScreen® entro il 18% dei risultati del HOT2-XP
- RETScreen comparato anche con il metodo Energy Rating
  - Risparmi energetici ottenibili con 8 finestre ad alto rendimento invece del caso base con doppi vetri tradizionali



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Il RSP coinvolge l'orientamento dell'edificio, le finestre energeticamente efficienti, l'ombreggiamento e la massa termica per ridurre i costi di riscaldamento
- Investimenti addizionali minimi per le finestre consentono di migliorare ampiamento il rendimento energetico degli edifici con benefici finanziari a lungo termine
- RETScreen® calcola:
  - l'effetto sull'apporto solare per l'orientamento, la dimensione e la tecnologia delle finestre
  - l'effetto sulle dispersioni termiche per la tecnologia delle finestre
  - l'effetto sul carico frigorifero per l'ombreggiamento
- RETScreen® è uno strumento di calcolo su base mensile con un'accuratezza di risultati simili a quella dei simulatori su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per la preparazione di studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti riscaldamento solare passivo
Corso internazionale RETScreen® per l'analisi di progetti con energie pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

MODULO PER L'ANALISI DI PROGETTI CON POMPE DI CALORE GEOTERMICHE

Analisi di progetti con pompe di calore geotermiche

RETScreen® International — www.retscreen.net

Corso analisi di progetti con energie pulite

Philadelphia Enterprise Centre, USA – 28 pompe di calore per riscaldamento e raffreddamento

Foto: Geothermal Heat Pump Consortium (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada — Canada

Obiettivi

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Rivedere le basi per i sistemi con pompe di calore geotermiche (PDCG)
- Illustrare gli aspetti chiave per l'analisi di progetti con pompe di calore geotermiche
- Presentare il modello RETScreen® per l'analisi di progetti con pompe di calore geotermiche

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Cosa forniscono i sistemi con pompa di calore geotermica?

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Riscaldamento
- Raffreddamento
- Acqua calda
- Fondamenta in permafrost

Casa Impact 2000, Massachusetts, USA

Foto: Solar Design Associates (NREL PIX)

Pompa di calore residenziale

...ma anche...

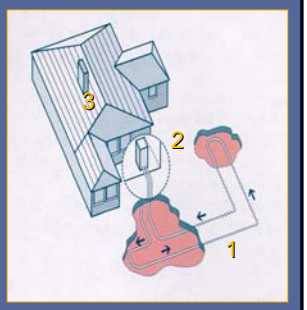
- Efficienza
- Minore manutenzione
- Minore spazio necessario
- Bassi costi di funzionamento
- Stabile rendimento
- Comfort & qualità dell'aria
- Carichi elettrici di picco ridotti per il condizionamento

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Componenti per un sistema con p.d.c. geotermica

RETScreen® International www.retscreen.net

1. Connessione a terra
   - Collegamento con il terreno
   - Falda idrica
   - Acqua superficiale
2. Pompa di calore
3. Impianto interno di distribuzione calore e freddo
   - Tubazioni tradizionali



© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Pompa di calore raffreddata ad acqua

RETScreen® International www.retscreen.net

- Pompa di calor Acqua-aria
- Reversibile
- Da 3,5 a 35 kW di potenza frigorifera
- Unità multiple per grandi edifici

Compressore
Vapore ad alta pressione ed alta temperatura
Vapore a bassa pressione e bassa temperatura
Condensatore
Evaporatore
Liquido ad alta pressione ed alta temperatura
Liquido a bassa pressione e bassa temperatura
Valvola d'espansione

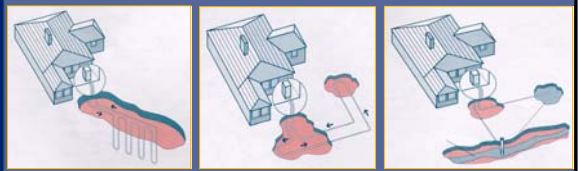
- Il calore in esubero dopo la compressione può essere utilizzato per fornire acqua calda attraverso il desurriscaldatore

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Tipi di connessione a terra

RETScreen® International www.retscreen.net

Verticale	Orizzontale	Acqua di falda
Terreno roccioso	Più terra utilizzata	Acquifero+Iniezione
Più costoso	Meno costoso	Il sistema meno costoso
Minore terra usata	Piccoli edifici	Regolazione
Alta efficienza	Temp. variabili	Sporcamento



- Anche con acqua superficiale e scambiatori a colonna

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Risorse p.d.c. geotermiche: Temperature del terreno

RETScreen® International www.retscreen.net

- Il terreno assorbe circa la metà dell'energia incidente del sole
- Il terreno riduce le variazioni di temperatura
  - P.d.c. più efficienti
- La variazione di temperatura diminuisce con la profondità
  - Trascurabile sotto 15 m

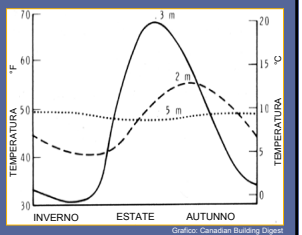


Grafico: Canadian Building Digest

- Le temperature locali del terreno dipendono dal clima, dalle coperture del terreno e nevose, inclinazione, propietà del suolo ecc.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi di costi di sistemi con p.d.c. geotermiche

RETScreen® International www.retscreen.net

Foto: Suomen Lämpöpumputeknikka Oy

Finlandia, casa da 150 m²			
	Costi Iniziali	Riscald. Anno	Energia Anno
Elettric.	$8.000	$800	20 MWh
PDCG	$13.000	$350	6,5 MWh

- Aumento dei costi energetici
- Maggiore rispetto ambientale
- Bonus climatizzazione estiva

Foto GeoExchange Consortium

Connecticut, USA, casa da 275 m²					
	Costi Iniziali	Riscald. Anno	Raffred. Anno	Totale Anno	Energia Anno
Gas/AC	$16.000	$600	$900	$1.500	27 MWh
PDCG	$20.500	$450	$600	$1.050	11 MWh

- Possibili incentivi per minori carichi elettrici per climatizzazione

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Considerazioni sui progetti con pompe di calore geotermiche

RETScreen® International www.retscreen.net

- Più economiche quando:
  - E' richiesto sia il riscaldamento che il raffrescamento
  - Sussistono forti variazioni stagionali di temperatura
  - Sono installazioni in nuove costruzioni o retrofit impianti di climatizzazione
  - Per il riscaldamento: bassi costi di energia elettrica con alti costi di gasolio e/o gas naturale
  - Per il raffrescamento: alti costi di energia elettrica ed alte tariffe elettriche nelle ore di punta
- Disponibilità di tecnologie di trivellazione e di scavo
- Variabilità del costo del sistema di scambio termico con il terreno
- Fattibilità economica da valutare anche in base all'applicazione dell'utente finale

Scambio termico con il terreno, Edificio commerciale

Installazione di p.d.c. geotermica

Foto: Craig Miller Productions and DOE (NREL PIX)

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Australia, Germania e Svizzera

Installazioni in edifici residenziali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Case con grandi volumetrie
  - Costo iniziale più elevato
  - Ammortamento più lungo dei sistemi tradizionali
  - Benefici ambientali e di comfort
- Gli incentivi delle società elettriche di distribuzione possono costituire un fattore importante

20 kW p.d.c. geotermica, Germania

Foto Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V.

320 appartamenti, Australia del sud

Foto GeoExchange Consortium

Trivella per pozzi, Svizzera

Foto: Eberhard & Partner AG

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: GB e Stati Uniti

Impianti in siti commerciali

RETScreen® International www.retscreen.net

- Tempi corti di ammortamento (< 5 anni)
- Possibili problemi per disponibilità di terreno
- Minor utilizzo di spazi interni
- Controlli semplici e distribuiti
- Ridotto rischio di atti vandalici
- Consumi ridotti durante la tariffa elettrica di picco
- Riscaldamento di integrazione non necessario

Edificio commerciale, Croydon, GB

Foto: Groenholland B.V.

Complesso, Kentucky, USA

Foto: Marion Pinckley (NREL PIX)

Stazione di servizio, Kansas, USA

Foto: International Ground Source Heat Pump Association

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempi: Canada e Stati Uniti

Impianti in edifici pubblici

RETScreen® International www.retscreen.net

- Tempi di ammortamento più lunghi accettati
- Più aperti a sistemi innovativi
- Carichi termici e frigoriferi simultanei

Scavo per scambio term. orizzontale

Foto: Robert R. Jones/Oklahoma State University (NREL PIX)

Scuola, Quebec, Canada

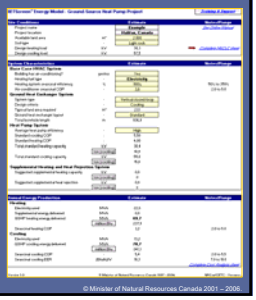
Foto: Natural Resources Canada

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Modello RETScreen® per progetti con pompe di calore geotermiche

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Analisi globale di produzione energetica, costi di esercizio e riduzione emissioni gas serra
  - Circuito scambiatore orizzontale e veriticale
  - Circuito aperto con acqua di falda
  - Applicazioni residenziali, commerciali, istituzionali ed industrialii
- Attualmente non compreso:
  - P.D.C.G. per acqua superficiale
  - Sbilanci termici a lungo termine nel terreno
  - Riscald. e raffred. simultaneo (solo gruppi di carico)
  - Riscaldamento acqua

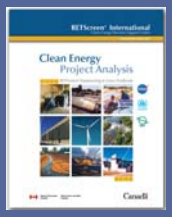


© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

RETScreen®

Calcolo energetico PDCG

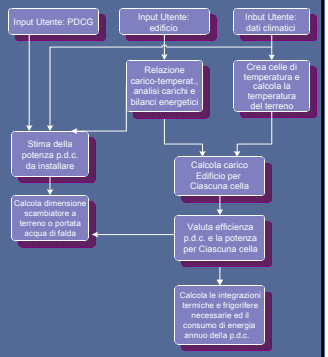
RETSCREEN® INTERNATIONAL



Vedi manuale elettronico

Analisi di progetti con energie pulite: RETScreen® Ingegneria e Casi Studio

Analisi di progetti con pompe di calore geotermiche


Input Utente: PDCG
Input Utente: edificio
Inbut Utente: dati climatici
Relazione carico-temperat., analisi carichi e bilanci energetici
Crea celle di temperatura e calcola la temperatura del terreno
Stima della potenza p.d.c. da installare
Calcola carico Edificio per Ciascuna cella
Calcola dimensione scambiatore a terreno o portata acqua di falda
Valuta efficienza p.d.c. e la potenza per Ciascuna cella
Calcola le integrazioni termiche e frigorifere necessarie ed il consumo di energia annuo della p.d.c.

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Esempio di convalida del modello RETScreen®

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Comparazione dell'uso energetico delle celle software con i dati monitorati
- Lunghezza per scambio termico al terreno comparata con i risultati di 6 programmi di dimensionamento e simulazione dettagliata

		Uso energia termica	Differenza %
		kWh	
Toronto	RETScreen	37.202	1,4
	Monitorata	36.686	
Montreal	RETScreen	36.138	1,8
	Monitorata	35.490	
Charlottetown	RETScreen	37.158	0,6
	Monitorata	36.922	
Winnipeg	RETScreen	33.243	1,0
	Monitorata	32.926	
Vancouver	RETScreen	37.888	-3,0
	Monitorata	39.016	

Programma	Progetto ad 1 anno						Progetto a 10 anni*					
	Residenziale 1 Louisiana		Residenziale 2 Wisconsin		Commerciale Nebraska		Residenziale 1 Louisiana		Residenziale 2 Wisconsin		Commerciale Nebraska	
Media per altri programmi	266		124		141		293		129		148	
Comp.RETScreen Descrittivo	257	-4%	135	9%	121	-14%	257	-12%	135	5%	121	-18%
Comp. RETScreen Uso energia	236	-11%	127	2%	132	-6%	236	-19%	127	-2%	132	-12%
Comparato reale	344	29%	160	29%	141	0%	344	17%	160	24%	141	-5%

* Valori di progetto ad 1 anno utilizzati per la comparazione RETScreen

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Conclusioni

RETScreen® International www.retscreen.net

- Le PDCG forniscono riscaldamento, raffreddamento ed acqua calda
- Il terreno attenua le variazioni di temperatura e permette di ottenre rendimenti più elevati per le PDCG
- Il costo delle PDCG è più elevato ma i costi gestionali sono inferiori
  - Le zone che necessitano sia di caldo che di freddo sono le più promettenti
- RETScreen® stima:
  - La distribuzione e la variazione della temperatura esterna
  - I carichi degli edifici in funzione della temperatura esterna
  - Il risparmio energetico annuale sia per il riscaldamento sia per il raffreddamento
- RETScreen® è uno strumento di calcolo su base annule che fornisce risultati accurati comparabili a quelli dei simulatori su base oraria
- RETScreen® aiuta a ridurre i costi per la preparazione di studi di prefattibilità

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

Domande?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modulo per l'analisi di progetti con pompe di calore geotermiche
Corso internazionale RETScreen® per l'Analisi di Progetti con Energie Pulite

Per maggiori informazioni visitate il sito RETScreen:
www.retscreen.net

© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2006.

www.retscreen.net